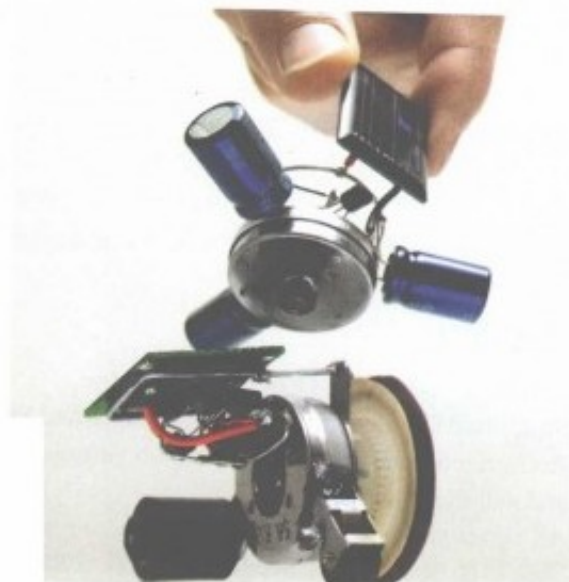


无线电

O'REILLY®

爱上制作²

一切皆可制作



[美] O'Reilly 编

夏明新 王超 周定江 译

人民邮电出版社
北京

PDG

图书在版编目 (CIP) 数据

爱上制作. 2 / (美) 奥莱利编 ; 夏明新, 王超, 周定江译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-115-22877-2

I. ①爱… II. ①奥… ②夏… ③王… ④周… III.
①电子器件—制作 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第096731号

内 容 提 要

《爱上制作 2》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目, 内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

本书语言深入浅出、通俗易懂, 采用实物照片、插画和文字相结合的方式, 把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣, 给读者以启迪, 为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读, 是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典, 也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。

版权声明

Copyright ©2009 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2010.

Authorized translation of the English edition, 2009 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版 2009。

简体中文版由人民邮电出版社出版 2010。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

爱上制作 2

- ◆ 编 [美] O'Reilly
译 夏明新 王超 周定江
责任编辑 黄彤尹飞
执行编辑 胡洁
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京画中画印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 10.75
字数: 274千字 2010年8月第1版
印数: 1-5000册 2010年8月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2010-1836号

ISBN 978-7-115-22877-2

定价: 35.00元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

世界杯梦想

一连几日的暴雨，暂时消减了酷夏的炎热，却丝毫未减退人们对世界杯的关注热度。首届“3D世界杯”的全球转播，加上“黄加李泡”的助阵，整个京城沉浸在啤酒与欢呼声中。即便我是一个喜欢安静的人，也不能两耳不闻窗外事，偶尔也会“跟风”、追逐“潮流”。

说到体育，我除了在三里屯看了两次世界杯外，最得意的就是亲临了一届夏季奥运会的现场。别看我身体不错，但从小就不爱运动，算得上一个“宅男”。好在我也没什么“不良嗜好”，只是喜欢宅在家中制作一些小物件，例如用枝杈做个弹弓，用废木条做双筷子或发簪等。看着各种废料在手中变成种种实用的器件，很是兴奋。沾沾自喜于自己颇具创意的思想，我把它归结为“正常物件的非正常使用”。说到这儿，我的思路一下跳转到今年3月份在上海业余无线电节，与一位疯狂爱上机器人制作的小伙子交谈的情景。我们在相互谈论着兴趣爱好的同时，说到这样两个故事：

第一个故事讲的是澳大利亚的某航空单位，准备送几个航天员上太空进行观察记录。当航天员在太空中用圆珠笔写字的时，突然发现在失重的情况下，圆珠笔根本写不出字！回来之后他们花了120亿美元，终于发明出一种在失重状态下，可以写出字的圆珠笔。但是后来他们发现，俄罗斯宇航员在太空中，一直用的是铅笔……还有一个故事讲的是发生在生产一线的事。某大型企业在生产饮料时，发现有饮料瓶没灌上饮料的情况。为了解决这个问题，公司派了两个博士，没日没夜地进行研究，想出把没灌上饮料的空瓶挑出来的方案。两位博士苦苦研究了一年，终于研究出来一个解决方案。与此同时，企业也花费了高额的研发费用和制作成本。同样也是生产饮料的一家私企，在灌装饮料的时候，也出现了上述同样的问题。这家企业的老板找来车间的工人，让他想一个方法，把空的饮料瓶从灌装满的饮料瓶中挑出来。这位兄弟还不知道自己领了一项“博士科研项目”，回去后闷头关在屋子里想了一天。第二天来到老板的办公室，提交了自己的方案：在流水线现场，安装一台大型电风扇，打开风扇，这样空瓶在风扇前面经过时，就会被吹掉！

听了这两个笑话，你一定会捧腹大笑，但生活中我们的确会常常做出诸如此类的事情，把简单的事情复杂化。如何开动脑筋去思考、动手实践改变生活，才是最重要的！我相信总有一天，你将是世界杯的组织者而不是观众，你将是裁判而不是队员，这里不需要105m×68m的场地，也不需要昂贵的草坪。就像本书中介绍的那样，一场“机器人世界杯”盛宴，就此登场。这是我的梦想，也是许多制作爱好者的梦想。如果你有好的创意和点子，请加入我们的制作队伍，与大家一起分享你的快乐！

《无线电》杂志主编：黄彤

2010年6月18日

船夢

PDG

译者序

周围许多朋友每天都机械地做着重复的事情，只是出于谋生而非兴趣。好奇心、探索精神和创新的灵感就在这样日复一日的庸庸碌碌中消磨殆尽。难道这就是我们想要的生活吗？绝不是！我们的生活应该更加精彩，应该更加具有成就感。而得到这一切所需要的仅仅是实践的勇气。

《爱上制作》向朋友们展示了这样一个精彩的天地。书中介绍的内容小到由衣服改造的电脑包，大到进行星际探索的太空气球，包罗万象无所不有。在这个天地里充满了新奇的理念和成功的喜悦，当然也有挫折的沮丧。我们可以从这些技术雏形中看到人类未来生活的影子。但是所有的这些都不是最重要的！最重要的是我们能够从中品味出勇于探索和勤于思考的热忱与激情，正是这份热忱使得人类在物竞天择中脱颖而出，正是这份激情使得杰出的人才与众不同。

但愿这本书能够打开你的心扉，带你从此进入一个与众不同的生活！

——王超

记得2000年的时候，我刚上大学，一位电子系的师兄给我们讲他到上海找工作的情景。面试官问：“能修电视吗？”师兄楞了楞神，回答道：“修电视机？不会。”我们听了后哄堂大笑。大家都觉得科技发展如此迅速，还用得着我们去修电视机吗？

当我拿到《爱上制作》的时候，意识到问题所在。我们都明白，现今技术已经是集成电路时代，而电视机的制作也远远比以前复杂。但是问题的关键不在于技术的高度或实现的难度，而是在自己的态度。也许我们会在生活中迷失或是在现实中困顿，但要记住的是——我们是工程师，我们是创造这个世界的人。如果我们做不了的事情，没有人可以做到。

《爱上制作》中的制作项目有难有易，有的一两个小时就搞定，有的要花上半年多。但是制作爱好者的态度都是一致的。我们是制客，我们是极客，我们是创造这个世界的主人翁。

以书中一位制作大拿Ross Shafer的话与大家共勉：“我宁愿自己做东西而不是去买东西，如果不会做那就去学。”

——夏明新



爱上制作²

一切皆可制作

目录

特别报道

26. 开篇：太空手提箱

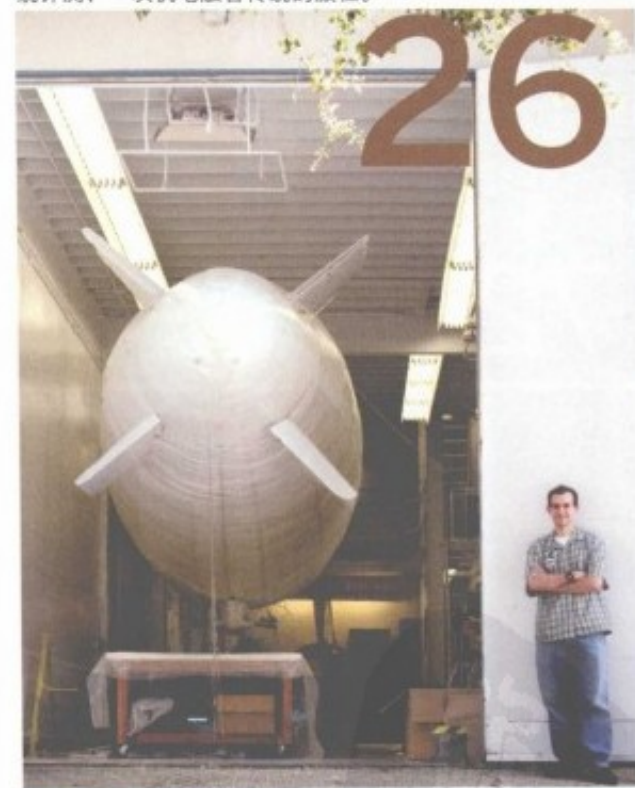
与行星科考气球设计者面对面
戴维·帕斯科威茨

38. 机器人技术

在此18页的特辑中可以学到如何制作并改装机器人。内容包括：来自IBM的汤姆·茨莫曼教你如何用阻容链和无线摄像头打造迷你火星漫游者，并让你亲眼目睹它与安装“百康”控制大脑的坦克机器人进行战斗；搭建乐高机器人的10条秘诀；BEAM机器人介绍；RadioShack公司生产的Vex机器人的系统评测；一次机电融合传统的旅程。



60



26

开篇

“气球为行星科研提供了一个其他方式无法比拟的独特观察平台”JPL的外空机器人研究负责人杰弗里·豪如是说，“气球的优点之一是便于制作，完成后就可以到外面放飞了。”

BEAM机器人

BEAM的设计利用了很简单的部件构建“身手敏捷”的机器人，而无须编程。很多BEAM机器人是通过神经元来控制其行为的。将其起名为神经元是因为这些简单的控制电路模拟了脊椎中的低级周边神经。

专栏

1. 来自未来的新闻

我们早已熟知人工智能，而它就是我们
蒂姆·奥莱理

2. 愉快地工作！

如何完成枯燥的任务
梅林·曼 丹尼·奥布莱恩

4. 动手

优雅的创新，用灯和电锯拯救地球
布鲁斯·斯特林

32. 简易CAD

如何在使用CAD制图的同时，又玩游戏？
索尔·格里菲思

34. 祖传技术

托克·布朗的“平底锅”鳄鱼船
蒂姆·安德森

56. 空气压缩机

制作一个能用来控制、干燥、引导和使用压缩空气的多功能集气管
米斯特·杰洛皮

133. 平民科学家：如何监测大气雾霾

用一个旧的录像机机箱和20美元的材料制作一个雾霾测量设备
肖恩博士

155. 废物利用

老旧硬件：不只是一堆垃圾
汤姆·奥沃德

158. 乔治·戴森专栏

1951年：数字时代的黎明

封面故事

当本书的艺术总监柯克·冯·罗尔在露天给这些太阳能机器人（solarbots.com提供）拍照时，这些机器人总在动个不停。柯克·冯·罗尔四处追赶，忙得像好莱坞电影里的“收场人”一样（好莱坞电影中的主角，能够控制爆炸），防止这些小机器人动弹。最后封面摄影师道格拉斯·阿德斯柯很明智地利用室内环境，来完成拍摄任务。



PDG

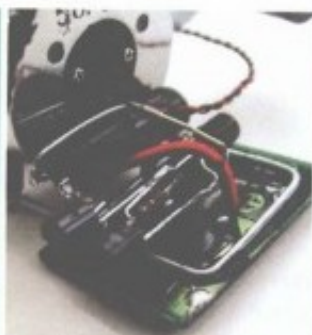
制作：项目

BEAM机器人

用同样的简单控制电路制作两个不同的
太阳能动力机器人

加里思·布朗文

60



“乐高”足球机器人

组装一个能自动控制，会踢球和射门的
机器人

马修·罗素

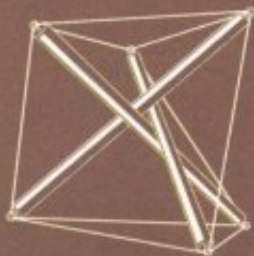
72

张拉塔

用销子和弹力绳做一个似乎违背物理学定律
的“针塔”

威尔·迦斯泰勒

84



制作



“制作”控制器

正式推出几乎革命性的微控制器满足所有的
DIY需求

大卫·威廉姆斯 利亚姆·斯特卡乌斯基

140

爱上制作²

一切皆可制作

制作爱好者

6: 地球上的制作

创新科技速写

15: 1+2+3 T恤式手提电脑包

把T恤改成“i恤”，保护计算机并预防小偷
罗斯·奥尔

16: 技术流浪者从岸上到船上

23年前，他骑自行车出行但再也没回来
霍华德·温

24: 空中快艇

放飞在伯克利风筝节
阿尔文·奥莱理

30: 你就是平台

硬件黑客们如何重塑他们自己的身体
奎恩·诺顿

138: 工作室

总在制作中的人
肖恩·康纳利

146: HowToons

自己做冰激凌
索尔·格里菲斯 尼克·卓格塔 朱斯特·邦泽

制作者档案

史蒂芬·罗伯茨超级改装船名为“文字游戏”。这艘船看上去完全不像船，而像一艘科幻电视中的星际战机。这个比喻并不过分，因为这艘船里有卫星通信设备，有手机通信设备，有无线电通信设备，还有海洋超高频通信设备。



16

提示：开始这些项目之前查阅对应的网页已得到重要的更新和勘误。



DIY

99

99: 电路

105: 计算机

111: 游戏

115: 家居用品

125: 影像设备

148: 权宜之计

像英雄“马克·盖尔”一样，坦然面对地震、洪水和酒醉的邻居
李·D·兹洛托夫

150: 工具箱

最好用的各式工具、软件、书刊杂志以及网站

156: 回顾过去

爱好机械的男孩
米斯特·杰洛皮

157: 家酿

我的爱因斯坦扩音器
泰勒·鲁尔克

来自 未来的 新闻

我们早已熟知人工智能，
而它就是我们。

蒂姆·奥莱理

应用程序与PC时代的应用程序的一个不同之处是网络应用程序实际上包含人在里面，人每天的工作是应用程序的一部分。如果没有程序员运行Bangle里的爬行器（和更新反垃圾邮件算法），没有用户通过不停地连接新网站来喂养网络蜘蛛，应用程序早就停止工作了。从更深刻的角度看，用户是搜索引擎的一部分。在这种或那种，几乎每一个取得突破性成就的网络应用程序中，这又是真实的。

我将这个想法归纳成Web 2.0主要原则之一，即Web 2.0应用程序是利用用户集体智力的系统。但“仿生系统”这个术语，带给了这个概念一个新的烦恼。

我曾与风险投资家汤姆·希尔兹谈论了有关仿生软件的概念，而且解释了我是怎样看待旧时人工智能的梦想被这种新模式所取代的。我们正在其中创造更多的智能系统，通过使用人类作为应用程序的组件。希尔兹简明地总结了这种模式的转变：“AI变成了IA”（人工智能变成智能提升）。我们早已熟知人工智能，而它就是我们。

现在我明白了，我们正在建造下一代的仿生系统，我看到它们无处不在。我喜欢你的想法。你还在别的什么地方看到了这样的人类和计算机的结合构建了超越它们任何一方单独能力的事情吗？

到makezine.com/06/nff上寻找相关的故事。

蒂姆·奥莱理 (tim.oreilly.com) 是O'Reilly Media, Inc. 的创始人和首席执行官。到radar.oreilly.com上看奥莱理的雷达上有什么。

还记得20世纪70年代的电视节目《600万美元人类》吗？它描述了技术如何重塑一位受伤的宇航员李上校，使他更快、更强而且更具实力。他是一个半机械人，一个人和机器的融合体。

任何使用辅助设备的人——即使只是佩戴眼镜的人——都是某种人机合体。但真正激发想象的是今天的新闻，关于大脑和机器之间的直接连接。

2005年秋天，美国佛罗里达大学的研究人员托马斯·德马斯培养了2.5万个老鼠神经元，然后观察它教导自己控制一架F-22飞行模拟器。2006年2月，克劳斯·彼得·曹纳在美国南安普敦大学将一堆黏土模型与一个六腿机器人连接起来。这个生物控制的机器人对着明亮的灯光比画，模拟模型的行为。2005年，1只做过大脑植入手术的猴子学会了用自己的想法去控制机械臂。在人体临床试验上，截瘫的布赖恩·内格尔成功地通过一个类似的植入手术玩起了视频游戏。

如果有可能用神经元去控制机器设备，那么应该也可以用机器去控制大脑。国防高级研究规划局的科学家最近提出一项计划，通过神经植入远程控制锤头鲨。希望：隐形间谍能够跟踪敌人的船只。

但是最近出现在我的雷达上的有关仿生学和人机界面的事情不仅仅是这些老的科幻小说的现代回音，更确切地说是最新的网络应用正在建立一个更加微妙，但同样深刻的，人与机器的结合。

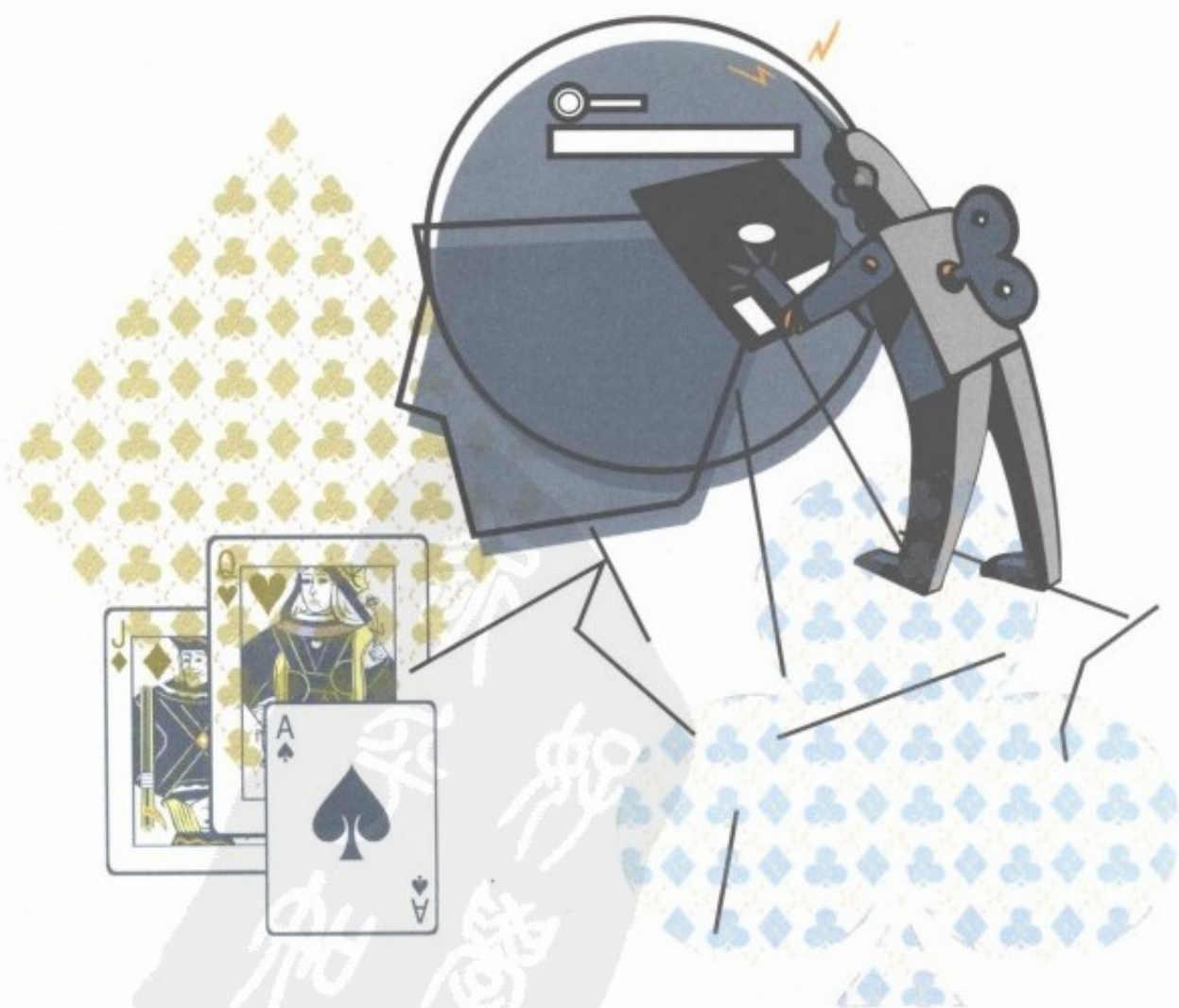
《Boxxet》的创办人尤·莫·桑最近给我介绍了一个新词汇：仿生软件。《Boxxet》就是这类系统的一个实例。它是一种协作式新闻网站（某种类似于“my.digg.com”之类的），在那里用户可以放置《Boxxet》的爬行器去收集有关任何议题的数据，然后网站用户通过评估结果来培训爬行器。其结果是一个结合了计算机和人的工具能提供比任何单独一方可以做得更好的结果。

当尤·莫·桑这样描述《Boxxet》时，它打动了我的，这一“仿生学”方面的功能对于许多最成功的网络应用来说是至关重要的。早在2003年，我已开始在我的演讲中使用冯·肯佩伦的“土耳其机器人”作为例证，来强调我的观点，网络

愉快地 工作！

如何完成枯燥的任务！

梅林·曼 丹尼·奥布莱恩



图片由萨拉·哈特提供

我觉得有许多做事没有多少条理的计算

机玩家对冗长乏味的东西怀有强烈的恐惧。这是喜欢猎奇的人的一部分特征：当你从发现新的知识中获得了大量的乐趣后，任何让你不是在学习，而只是在重复任务都是令人不能忍受的痛苦。

如果你是一个程序员，干单调乏味的工作会觉得更加痛苦。编码时一遍又一遍地重复做同样的事情，例如把同一个函数复制并粘贴到不同的函数里，是这样吗？这绝不能证明你做得非常好。这通常显示出你的代码出问题了。你得为消除冗余付出代价。程序员把任务看成是在给草坪除草，并认为，“我已经做好了这些事情。为什么我不能再把它包在循环里，只需重复运行就可以了？”

因此，计算机玩家们往往使他们自己陷入可怕的痛苦中，因为他们无法忍受这样简单的日常任务。例如按时支付账单，或填写一张税单，或者洗碗。这是对美学和道德的冒犯。你的潜意识里觉得，最好是美国国税局关门，用塑料杯子和盘子吃东西，好过不得不去做一些使大脑麻木的、重复无用的琐碎事情。闷得不行！

那么，你可以想象到我的惊讶，当我研究了那些做事非常有条理的计算机玩家后，我发现他们沉溺于多少明显会使人头晕脑胀的例行的事情中。当然，他们有脚本和一些自动运行的东西，但他们也执行某些重复的行动，无论这些事情可以多么容易地被优化掉。

这些重复的工作，旨在让他们头脑中的某些事情保持新鲜。大量顶尖的计算机专家有一个复杂的系统，这个系统通过重复的行为形成一个新的文档或创建一个博客条目。即使他们在计算机上保存了他们的待办事项清单，他们仍然虔诚地在早上做的第一件事就是把清单写到纸上。这种写文档或记博客的仪式，帮助他们记住他们保存了什么。复制待办事项修复了在他们头脑中的任务，并有助于保持列表精简。

我最喜爱的有关重视这项技能的故事说的是传奇的程序员约翰·卡马克，他是Doom和Quake游戏的创造者。卡马克前往拉斯维加斯度假，拉斯维加斯就是拉斯维加斯，他决定赌一把，而卡马克就是卡马克，他击败了庄家。他玩的是21点，而他使用的技术是算牌，它可以让你击败庄家的赔率，只要你坚持遵循严格定义的一套规则。正如他写的：“正确地玩21点是对个人纪律

的考验。这需要少量的技巧去知道正确的玩法和如何计算卡数，但困难的是使自己始终像一个机器人行事，而不是屈从于你的主观直觉。”

始终像机器人行事是许多日常工作的挑战。对许多聪明人来说难的是停止思考，并开始行动，就像你在自己的身体里运行一个程序。

对于我们许多人来说，那是有违我们的本能的：我们觉得好像我们故意让自己变得更愚蠢。但是作为一个策略，有时你真的不想要或不需要做个聪明人。

许多计算机玩家利用游戏来缓和冲击。他们接受枯燥、单调的工作，并通过把工作转化为一个具有挑战性的游戏，勉强维持他们的一些小小的乐趣。

你玩的游戏取决于你的个性。如果你有自然竞争力，你将需要有一些外部措施，不断尝试去击败它。如果你是个喜欢音乐的人，你的行动应该与你内心的、复杂的节奏相匹配。

停止思考并开始行动，就像你在自己的身体里运行一个程序。

我想要成为有竞争力的某人最后总会选择健身房，而音乐对我来说都是“哔、哔、哔”的声音。但我已经通过了许多糟糕的工作，方法是把自己想象成在敲打长篇科幻小说和惊悚片里繁文缛节的官僚文件。像《鉴证实录》、《太空堡垒卡拉狄加》和《星际迷航：新一代》这样的电视节目的吸引力来自英雄们的偶尔一瞥，他们或者管理着非常枯燥的工作或者身后是一群忙碌的下人。这使你有机会把自己放进那个世界里，就当你是临时地坚持在做着沉闷的空间税收表。

这几乎可以在任何其他令人沮丧的情形下发挥作用。科幻小说的作者鲁迪·立德曾经说过：“对我来说，关于计算机朋克最好的事情是，它教会了我如何享受购物商场，那里曾经对我来说很恐怖。现在我只是想象整个事情是在月球表面2英里以下，1/2以上的人的右脑已被机器钢铁老鼠吃了。突然间它又变得有趣了。”

想要了解你的心如何被震动，在丹尼·奥布莱恩的网站 lifehacks.com 及梅林·曼的网站 43folders.com 可以找到答案。

动手

优雅的创新，

用灯和电锯 拯救地球

布鲁斯·斯特林

世界的某些地方有一种与生俱来的对生命进行模仿的做法。意大利北部（那里是我写我的专栏的这一部分的地方）就是其中之一。案例分析：米兰著名建筑师米歇尔·德·路西。

意大利设计师组合阿特米德与德·路西曾经创作了传奇的Tolomeo工作灯。Tolomeo明亮、光滑而柔软，有着长长的圆柱形金属臂和肌腱一样的电线。当你触摸时，它静静地弯曲和旋转，你以任何姿态放置它都能保持平衡。自从1983年它被创作出来后，Tolomeo成了设计师们自己购买用于设计工作的首选工作灯。它是设计师的设计用灯，并已畅销了数十年。

说也奇怪，德·路西不是一个设计师。他从20世纪70年代就是一个“激进的建筑师”。当时意大利的年轻人在反抗纪律对他们造成的限制的斗争中，演变出了后来的后现代家庭装饰、奇怪的夹层书柜、时装设计、电子设备、图片——总之，任何可以改装的东西。这种折中的做法有很多实际的好处。

德·路西在好利获得意大利电信集团（Olivetti）工作了20年，他参与了大约240种产品开发，完成了他在那里作为创意总监的职业生涯。他还设计门拉手、胶纸切割机、笔记本电脑、椅子、花瓶、银行和酒店的室内装饰等。

到目前为止还好：我们正在描述一个世界闻名的、多才多艺的意大利设计师的事业巅峰。现在到了真正有趣的部分：解释为什么德·路西花了2005年的大部分时间，用电锯去制作概念艺术品。

解释对电锯的喜好来得更容易。为了表达他的观点，德·路西从他完美无暇的夹克里取出了1支珍藏了12年的意大利钢笔。他想，钢笔和铅笔使用起来非常优美、精密、高雅、温柔，没有人会想到要去用粗陋的工业电锯。可是为什么不呢？

是电锯比铅笔更不值钱吗？在现代生活中对工业用具的存在是没有选择余地的。

德·路西的家附近倒下一棵大树。这件事需要一个电锯来解决。这是一个学习机会。他又一次戴上他的护目镜和手套，德·路西知道电锯作为一种表达创意的手段已经从根本上得到了充分地挖掘。今年55岁的艺术大师，很快就把它当作自己的事业去拥有和掌握各种电锯。

像许多建筑师，德·路西在他的职业生涯里花费了大部分时间去制作小规模的房子模型。所以他决定通过直接用死树制作家园模型来改进他的电锯技能。没有挑剔的人坚持要求他打造纯手工艺品，因此德·路西还加上了激光切割机和木刀去表达模型的细节部分。

“每一个项目都是从概念到实现的航程。中间是一片放弃的海洋。”

这些电锯做的模型家园看起来像是巨人用折刀削成的，但是这些独特的模型立刻被热情的艺术品收藏者抢购一空。有些模型是拙劣的作品。他丢弃那些作品，还写了一本书：《关于小屋的12个故事》。这些失败的电锯作品太丑，以至于不能公开展示或作为艺术品展览。但制作过程中的辛劳教给他有益的课程。这些就是一篇很好的故事集。

“每一个项目都是从概念到实现的航程。”他仔细地用英文告诉我，“中间是一片放弃的海洋。”用电锯建造房子的建筑经验现在反映在德·路西雄心勃勃的日本生态村发展项目上，这个项目在大阪周边。这是一个很大的尝试，在整个日本的郊区，他已经学会了从那些小而简

布鲁斯·斯特林



这些电锯做的模型家园看起来像是巨人用折刀削成的

单，直观的事物上吸取灵感用于大的事物上。大的协作研究和设计团队都干得不错，但它们本身的规模巨大，而且涉及大量的资源。因此他总是焦虑，怕出现重大的失误。

人们不能在焦虑状态下正确地做试验。恐惧会阻塞创造力。在一个庞大的项目里焦虑会导致更糟糕的失败。傲慢地拿一家公司雇员和股东的生活与财富做试验，好像这些人并不介意他们的这种想法一样。

就其性质而言，大公司和大量产品将会是“商业化、市场化、大众化和国际化的”。但如果工业要改善世界，工业就需要去做一些真正好的事情。

因此，德·路西把他自己的工作按物理规模分成了不同等级。第一个等级是他独自在家里的办公室完成的小东西：“实验、探索和乐趣”。按照设计，这些成果没有期限，没有客户，没有交付，没有预算，而且它们的完成不需要向任何人作出承诺。

下一个等级的工作来自于一家小公司叫做私人生产（Produzione Privata）。这个工作室反映出德·路西自身的特点，他的设计助手，一位簿记员和一位生产者，他们的工作是把德·路西设计后

的生产外包出去。Produzione Privata是故意保持小规模，但它实际销售产品，而且它具有真正的预算。下一个也是最后一个等级是德·路西建筑公司，这家公司在德国、俄罗斯、日本、意大利和其他地方从事大规模的城市工作。

这些不同层次的创作范围不相冲突。相反，它们互相支持和补充。一个层次不比另一个层次更重要。它们是一个创造力的生态系统，其中大公司的规模和力量能保护小温室里的新生事物，而小的创新试验可以提供独特的优势和闻所未闻的新方法应用到更大的机构。

“我们只能选择工业社会，”德·路西说，“但我们也必须相信，我们有机会通过工业达到一个更好的世界。工业不仅仅是公共投资。如果人类相信工业，而工业辜负了人类的信任，这个星球就完蛋了。”

我不了解这个星球，但了解德·路西，我知道米兰和他是“完蛋”的对立面。他们已经找到了高雅的创新的手段、动机以及机会。

布鲁斯·斯特林（bruce@well.com）是科幻小说作家和兼职设计教授。



约翰尼喷射飞行器

很难用词来形容这个深奥而又微妙的幽默，把一个假人或什么东西丢到一定高度，然后看它落回地面；但公正地说，这是一个技术含量低的笑料。

幸运的是，西雅图的**内森·阿诺德**发现，把一个假人绑到一个压缩空气喷射装置上并发射到高于100英尺的高空，然后看它落回地上；这样做一方面可以获得比先前多3倍的乐趣，另一方面吸引了一些好奇的人。

阿诺德的行为艺术假人表演及他孜孜以求达到最大程度破坏力的愿望诱发出了把一个叫约翰尼的假人发射出去的想法，达到在1983年能达到的尽可能高的高度。“它比我想象的更加意义深远。”他说，在100多次的发射里，他每次都会笑。

约翰尼在发射台上出奇地牢固，以至于你永远也猜不到它仅重8磅。喷射飞行器——一个由碳酸饮料瓶和管子绑在竹框上制成的大杂

烩——重达30磅；但该重量大部分是液体催化剂的重量，催化剂会在发射的瞬间被排出来。

“最难的是有个好的封盖，”阿诺德说，“一旦有了好的封盖，那就已经成功90%了。”

约翰尼和喷射飞行器都准备完毕后，目标就是天空，良好的封盖能让瓶子控制水和受挤压的空气；阿诺德轻轻拉一下控针，飞行器发射了。

假人约翰尼随着飞行器的发动而飞快地加速向前冲。它用香蒲填充的头部朝着发射的方向懒洋洋地向前垂着，它的行为已按鲁比·高登百杰次序设定好了。随着液体从主室排出，下沉的压力触发了降落伞弹射装置。降落伞的脱离使得约翰尼和喷射飞行器分离，然后香蒲的爆炸把约翰尼的头颅炸飞。约翰尼胸腔内更多的压缩空气仓使得它的双臂不断地挥动安装降落伞的地方，从而保证喷射飞行器能够安全着陆。与此同时，阿诺德和其他够幸运的人就能够一直笑个不停了。

13年前，约翰尼喷射飞行器进行了它的第一

次飞行。在随后100多次飞行中，阿诺德不停地完善着这个永远处于进步中的作品。你必须保护这项技术，那是肯定的，所以决定把降落伞给谁，是约翰尼还是发射器，这个问题回答起来就比较简单了。但是，即使着陆很轻柔，飞行器也比较易受损伤，每次发射需要大约40小时的准备工作。计算这种准备时间很简单，由于每次发射后的情形都是从头再来，因此只需把它在下次计算前一笔勾销就行了。

接下来会发生什么？约翰尼喷射飞行器内的水、压缩空气和饮料瓶现在已经准备了好一阵子了，然而物理法则限定了时限。为了跨越这个时限，阿诺德用了1罐液态氮。他说：“这就是我一直在寻找的最合适的东西。”

“神奇的破坏者”电视节目的制作者曾尝试用2L容量的瓶子来发射一些比约翰尼破坏力更强的东西。但是由于他们缺乏良好的背景知识，尽管在飞行器上安装了15个瓶子，他们还是失败了。阿诺德认为，他们失败是因为他们还不够努力。

“力线不对，”他说，“他们认为用饮料瓶不可能成功把人发射出去，我不能苟同。”

——丹·西洛夫斯基

>> 内森·阿诺德的网站：johnnyjetpack.com



照片由内森·阿诺德提供



巨型头像

疯子！吹牛！啊，该死的！下地狱去吧！哦。我的错，这不是一个后启示录类人猿统治的世界，而是休斯顿市中心附近的艺术家**大卫·阿迪克**工作室背后的停车场。

阿迪克毕业于一流学校。他不仅雕刻了位于得克萨斯州亨茨维尔的67英尺高的山姆·休斯敦雕像，乌法威廉斯堡总统公园的43个20英尺高的半身像，还雕刻了南达科他州布莱克山的雕像。阿迪克有一个宏伟的计划，那就是在一个他取名为尖峰的高速公路旁雕刻1组36英尺的披头士乐队头像，1组巨大的4个历史人物头像以及1个280英尺高的牛仔雕像（这将是北美最大的雕像，自由女神像将为其高度的1/2）。

79岁时，阿迪克游览了拉什莫尔山，那一刻他深深地迷恋上了巨型雕像；但他很快发现创造像拉什莫尔山那么大规模的雕像是项艰难的举措。1292年，在不知道如何完工的情况下，阿迪克开始雕刻山姆·休斯敦雕像。

阿迪克说：“这是一项真正的完全没有任何蓝图的工程。”因此，阿迪克学会应用简单的经验

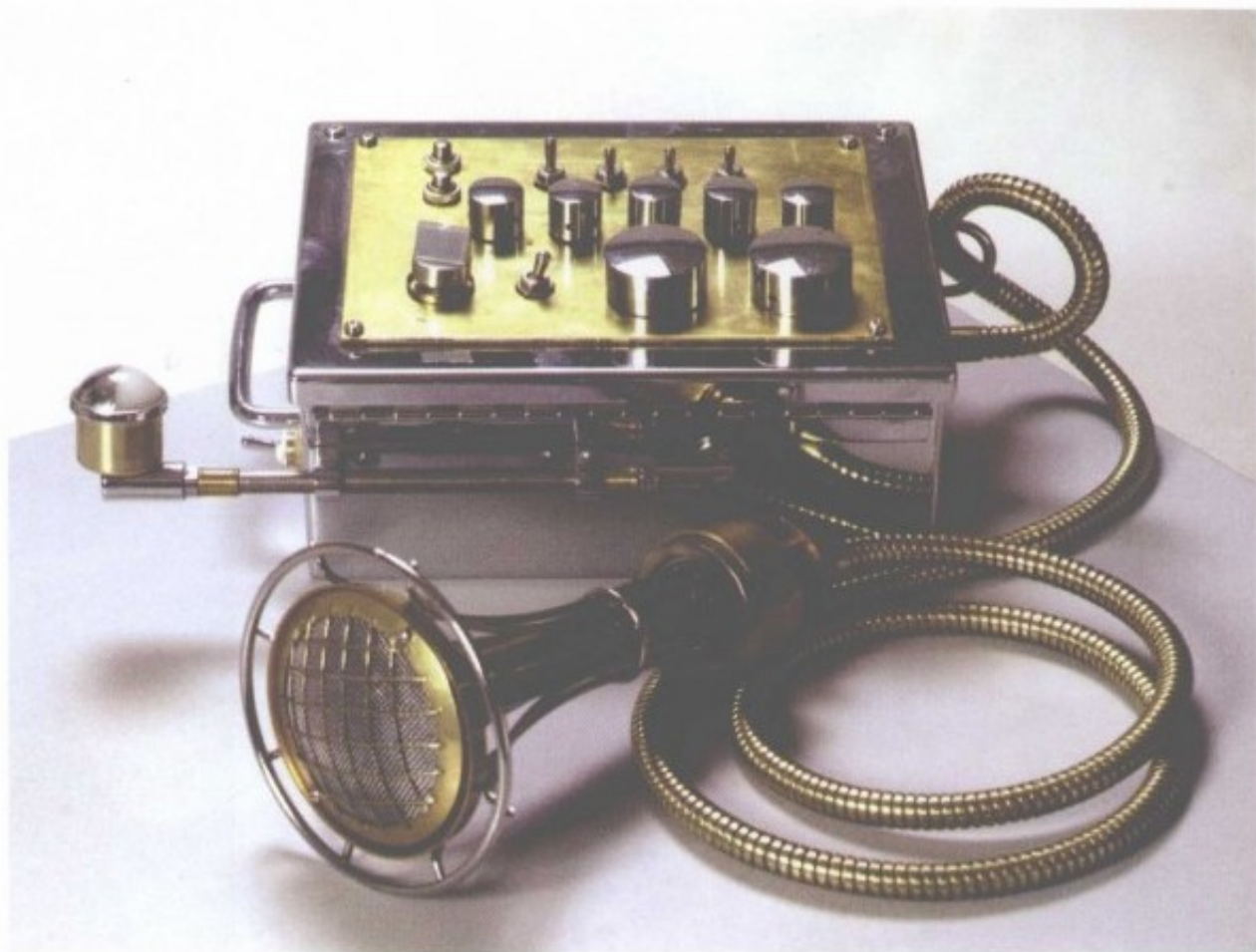
法来确定这个巨大雕刻物的组合物比例：“不确定时，就做得更牢固些。”而它们也确实很牢固。山姆·休斯敦雕像的焊接钢框架是由5层水泥混合钢丝网组成的——材料的重量超过30吨。

给巨型雕像的规模带来额外挑战的为何是它的坚固性？“我想证明的是，”阿迪克说，“和自由女神的创造者——弗雷德里克·奥古斯特·巴托尔迪想证明的一样，那就是：着眼长远，按正确的方法做事，成功必然到来。112年后的今天，自由女神像已经成为一个标志，每年都迎接着乘船来访的200万游客。巴托尔迪之后，古斯塔夫·艾菲尔花了2年在巴黎建成了艾菲尔铁塔。其间他受到了强烈批评，但后来艾菲尔铁塔成为了法国的象征。”

无论阿迪克的作品能不能像巴托尔迪和艾菲尔的作品那样经得住时间的考验，但有一点是毫无疑问的，那就是，在旅游产业方面，他的巨型雕像拥有巨大的吸引力并让人难以忘怀。

——威廉·李德沃

>> 相关网站列表：makezine.com/06/made。



制造声音的艺术

嗒嗒作响的盒子，神秘的设备和Stylophonic设备分别回答了一个我以前没考虑的问题：假使人力资源部的主管决定执教一支乐队将会是种什么情形？

这些精美的雕塑是由墨西哥湾海岸的工匠**麦克·福特**生产的乐器。麦克·福特设计这些乐器旨在唤起人们心中的好奇和钦佩，每个乐器都装满了神秘的控制器、指示灯和配件，所有这些都召唤着人们去一探究竟。

生长在一个墨西哥湾的渔民之家，福特很早就深谙创造性的价值。福特小时候就曾通过精准的设计造出一艘火箭形状的飞船。遗憾的是，他的太空探索梦想被打断了，他被批评呵斥，并被要求拆开飞船以归还祖母电视机上的部件。

福特是一个熟练的弦乐器制作者，受到一块来自于电路板上的物件的启发，他开始修改废弃的电路板。因为不满意普通机盒的设计，他开始为他那奇异的电路研发一个异乎寻常的机盒。

福特发现这个新的挑战能极大地满足他艺术

上的欲望，他开始不断完善他的设计过程和金属加工技巧，而那时他是密西西比大学的一名艺术系学生。

现在，作为一名职业艺术家，福特把乐器和机盒相互融合在一起，尽管看起来是完美无瑕的流线形，但它基本上是福特用手工工具进行改装或者完善的配件组合体。他的设计必然是装饰工业派的。自从第一次看见电影《沙丘》和《巴西》里使用的仿古的未来派小器件时，福特就被深深地吸引住了。

这个灵感很容易在他精彩而奇怪的乐曲作品中看到，它们的功能既显而易见又神秘莫测，看起来仿佛来自于一个不太平行的世界（一个使用了太多铬的世界）。

除了制作雕塑，福特目前正在制造基于老式集成电路的微型合成器。我猜那些不会被放在塑料盒内。

——鲍勃·斯科特

>> 麦克·福特的网站：mikefordsculptures.com。

>> 他的作品还展示在：getlofi.com。



飞行侠

快看！天空！它是一只鸟？一架飞机？都不是，它是**维萨·帕威**。2005年10月，帕威身穿飞行员制服和定制喷射靴，在芬兰的拉赫蒂上空，纵身从热气球跳出，投向广阔的天空中。

帕威是时下越来越多热衷于穿翼形服跳伞的跳伞爱好者之一。腿和臂之间的翼使得跳伞者在降落伞打开之前做自由落体时能够滑行一段距离。由于火箭靴的作用，帕威能够在几分钟内滑行2 000m。

为了制作喷气动力飞行服，帕威和他的军团——Bircilvan公司附加了一对全新的微型燃气轮机到一双已设计好的曲棍球冰鞋上。在煤油动力的推动下，每台发动机产生了大约16 kg的推力。在附近大学的风洞中做的试验使得他们确信在空气动力学上是行得通的。诀窍是计算出的一个足够轻巧和耐用，可以承受急转弯和暴露在风中的燃料箱系统。

帕威说：“解决的办法是把热水瓶当作燃料

缸，因为它们很柔韧，而且在飞行时能更容易地用尽每一滴燃料。”

接下来，研究小组在热气球顶篷的侧面建立了一个特殊的发射平台。该平台有两个目的：第一，它使靴子燃烧的废气能够远离气球而像帕威这样的乘客能在离开前加速发动机。第二，在气球上升过程中，这里是一个“很好的休息室”。

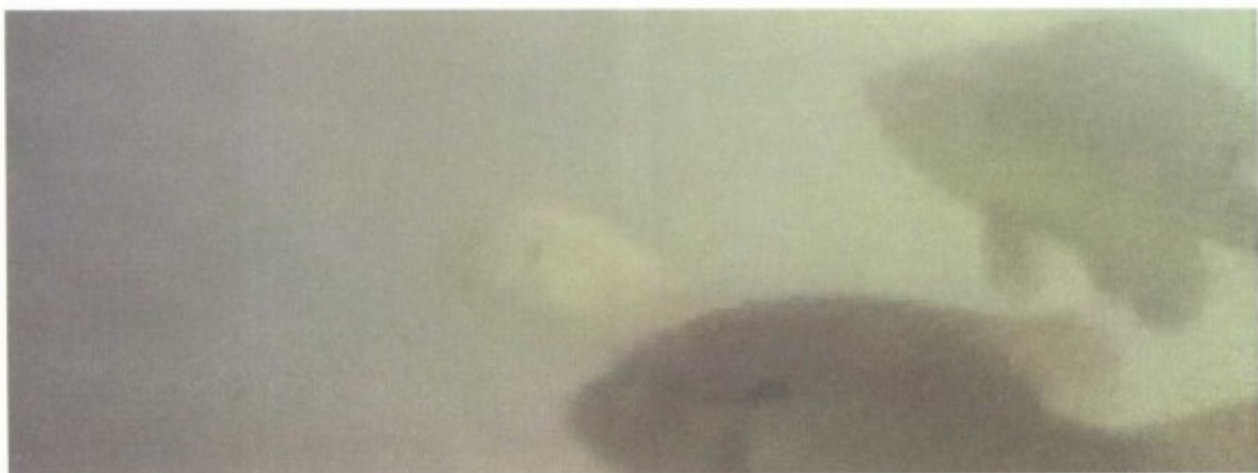
帕威熟悉各种器械，比赛用加大马力的汽车和摩托车、加装了摄像头的头盔还有其他各种跳伞用具。他花了一个冬天制作新的飞行加速器，替换一套不同的微型涡轮机，还调试发动机以使其在低温下运行得更加可靠。下一次飞行，帕威还计划安装黑匣子以便记录各种数据。

帕威说：“有一天，我想从地面起飞。虽然这需要很长的时间，但我认为这是可能的。至于现在，纯粹是为了好玩。”

——大卫·佩斯科维茨

飞行侠：bird-man.com。

帕威穿着特制的“喷射靴”



水下的眼睛

库斯托与《海底世界》，卡梅隆与《泰坦尼克》。现在是乔·赖因哈特和麦克·菲尔德斯与纽约州北部的梦莲湖深处。

每年夏天，赖因哈特和他的妹夫麦克·菲尔德斯都会在家族的湖畔营地，进行一个新的DIY项目。2005年，两人共同建造了他们自己的水下ROV（遥控观测装置），用两部录像机拍摄，视频上传到安装在船上的笔记本电脑上——总费用为100美元。

对于从事计算机数字成像技术的24岁的赖因哈特来说，制作各种设备是他的习性。这一次，他要沉溺于对水下世界的热爱中了。赖因哈特说：“我一直想成为一名海洋生物学家。我爱水和船，还爱收看探索频道用真正的ROV探索泰坦尼克号。”

乔·赖因哈特和麦克·菲尔德斯用聚氯乙烯管作为自制ROV的框架，用0.25英尺厚的废弃丙烯酸管制成透明的摄像机盒，这些由当地的塑料生产商提供（用朋友的车床加工成防水结构）。他们把这两部分用木匠的棘齿夹组合起来，这种棘齿夹既简单

又牢固。

黑白摄像机是29美元的港口货，配有夜间拍摄的红外发光二极管，电源和80英尺长的RJ11电缆。他们还在易购上花了1美元拍到了一个中国产彩色监视器（加运费35美元），并用RJ11的音频线传输监视器的视频信号。

遭遇尴尬的压载舱哑火事故后（“我们把压载舱放在潜水器顶部，所以每次它都反转下沉”），他们改善了方案（“改为一块大混凝土和一根松紧线”）并把潜水器放在湖底以便拍摄太阳鱼、鲈鱼和狗鱼在野外活动的画面。这个装备验证了其在40英尺水中的水密性。

2006年夏天，他们打算探索更深的深度：他们2006年的模型中加装了推进器，给ROV提供了真正独立的动力。推进器用超强的钕磁铁与12VDC的防水马达连接起来。赖因哈特说，这个设备可以在水深200英尺的水下运作，足以下潜到伊利湖里的采石场或沉船处。詹姆斯·卡梅隆可能需要注意他的后视镜了。

——基思·哈蒙德

>> 家酿ROV的照片和视频：makezine.com/go/ROV。



漂亮的冰棍船

前好莱坞特技演员**罗伯特·麦当劳**过去常折断骨头，但现在，却用冰棍儿打破世界纪录。

麦当劳已经用冰激凌棍仿制了3艘北欧海盗船。所有他建造的船只都是适航的，包括他最近用了1500万支冰棍耗时3年完成的巨兽。目前，他正在努力试图用这艘船再创造一项纪录，以真正的北欧海盗航行方式跨越大西洋。

“我有一个梦想，想让孩子们知道他们能做成任何事情。”他说，“只要他们有梦想，就一定能实现。”

事实上，麦当劳最初开始他的这条冰棍之路是想借此鼓励他8岁的儿子把目标定得更高，并相信他能取得成功，总是努力使世界变得更美好。他坚定不移地进行着他的富有创意的冰棍回收——他使用的所有冰激凌棒都是用过的或有瑕疵的，并且都是由欧洲奥拉冰激凌公司赠送的。麦当劳的船籍港设在荷兰。

“我们正在向人们证明从每天日常的回收品中能创造出多么令人惊奇的事物来。”他充满热情地说。

他最热衷的话题是“创新”和“娱乐”。而且言出必行。1986年4月，麦当劳以他在椅子上摇晃340个小时震撼了世界纪录。2005年，他获得的另一项世界纪录是航行了1艘用370 000个冰激淋棍做成的帆船。

更大的复制品有50英尺长，重达13吨，并使用了超过2吨的胶水。命名为**Mjoffnir**（milner）——北欧海盗雷神——它是一艘对水手没有任何保护的敞篷船。6名船员睡觉的方式像真正的北欧海盗：吊床串在甲板上。它从4月中旬开始穿越大西洋。

麦当劳领导的海洋心脏基金会，把欢乐撒向了世界各地医院的孩子们。罗布船长(孩子们这样叫他)最近刚从一次经过佛罗里达州、墨西哥湾沿岸、新奥尔良的医院巡访中归来，他在14天内送出了28 000个毛绒玩具（这又是一项纪录）。

——肖恩·康纳利

>> 跨越大西洋大冒险：obvikingship.com/index.php。

本杂志创刊于1980年，是《世界知识》的姊妹刊。



与机器人鼓手演绎二重奏

吉尔·温伯格与他的鼓手有些麻烦：他试图让海尔的两只手臂同时工作。这可不是个简单的问题，除非海尔是一个机器人。

海尔的微处理控制器、机动手臂能够演奏一般的声鼓，并且能富有表现力地控制音色和力度。虽然它的木质身体能够进行令人印象深刻的拟人化运动，但是海尔的听力和他的演奏技能同样重要。使用在Max/MSP多媒体环境下定制开发的计算机软件，海尔能分析真人鼓手的演奏并实时响应。

“我们尝试创造了一种新的音乐体验——能让你大吃一惊”温伯格说。海尔的反应范围包括简单地模仿到变奏，甚至智能伴奏。结果各不相同：有时候，算法根本不起作用，或者不像人耳希望听到的那样工作。但是，温伯格，他对计算机感兴趣做过好几年爵士乐钢琴家，最让他兴奋的是海尔感觉像一个真正的音乐合作伙伴，而且它的演奏方式没有人类能够做到。

“我与人类一起演奏了多年，”韦因伯格说，“但特别是当你在演奏某个特定的流派时，你知道会发生什么。在这里，我们正处在一个未知的领域。”

随着海尔的人机沟通技巧不断进步，它也有机会促进人与人之间的沟通。接下来，海尔前往耶路撒冷，为一个旨在凸显犹太与阿拉伯打击乐手之间合作的项目演奏。乐曲名为《Jam'aa》，阿拉伯语“集会”的意思。借鉴中东音乐的共有传统，海尔将与专业的darbukah和djumbe乐手互动，翻演他们的演奏。至少，一旦遗留的一些技术性错误得到解决。

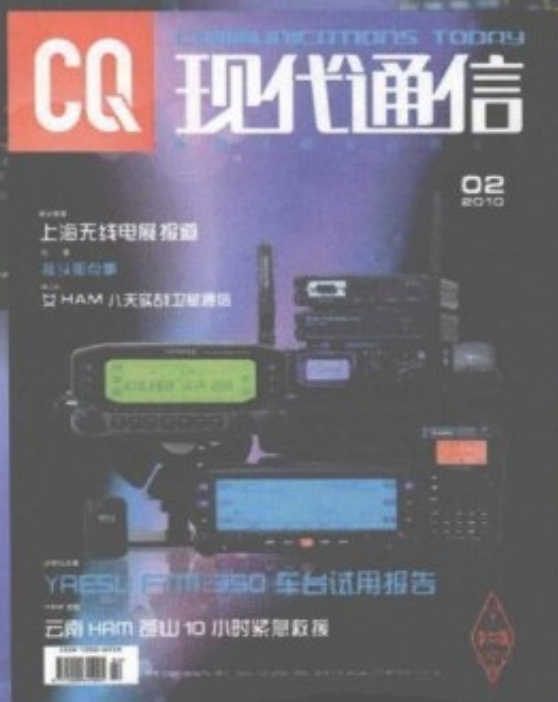
“星期一跟我谈谈。”温伯格说，届时，他希望海尔能够用双臂演奏。

——彼得·金

■ 机器人鼓手：makezine.com/go/robotdrum。

饱览电台设备 展现HAM风采 尽享沟通乐趣 品味无线生活

面向业余无线电领域的精品刊物



定价：15元

邮发代号：80-990

购买方式：

- 1、到各地邮局及报刊亭随时订阅
- 2、汇款到杂志社邮购

地址：北京市崇文区夕照寺街14号A座《现代通信》杂志社

邮政编码：100061

电话：010-67191770/67134361

中国无线电运动协会指定会刊

把T恤改成“I恤”，保护计算机并预防小偷

你需要：制作T恤式手提电脑包所需材料：缝纫机、记号笔、别针、旧T恤。1件小号T恤最合适，除非你的手提电脑很大，1件过时的、有各种破洞和烧痕的T恤更能不引起别人的注意，这样就可以更好地预防小偷；如果衣服上有个正好可以放下充电器的口袋，那就再好不过。

1. 设计

a. 把T恤正面朝上平铺开，接着把T恤的下摆对叠至胸部，用手检查，确保口袋在对叠线的上部（如果这件T恤有口袋的话）；把计算机放进领口，在T恤两侧大约1英尺的地方各画一条标注线。

b. 沿着标注线每隔几英尺就用别针固定所有的布料，交叉地固定，这样就不会影响车线。

2. 制作

a. 沿着标注线笔直地车线。开口处多车一次。

b. 剪掉袖子，修剪口袋侧边：只留2英尺。剪下来的这些布料可以做个鼠标垫。

3. 使用

把包翻过来，这样口袋就再次在前面了；接着把计算机放进去。领口可以放那些零散的电源线，底下空隙可以放文件。

更多的用途

+ 把一只袖子车成一个口袋，放iPod和耳机。

罗斯·奥尔在密歇根州的安阿伯市改装低技术的小工具和攻击性器械。



制作爱好者

技术流浪者 从岸上到船上

23年前，他骑自行车出行，
但再也没回来。

采访：霍华德·温 摄影：约翰·格瑞

史蒂芬·罗伯茨的车间真是一团糟。它坐落在距离西雅图北部约90分钟车程的普吉特湾边的一个小地方，卡马尼奥岛幽静的丛林里。3 000平方英尺的房屋内堆满了不同种类的电子设备、计算机和小器具。货架上、工作台上、地板上到处都是各式各样的工具。







俗话说：“船越小，越冒险。”

罗伯茨告诉我他正在通过ebay采购这里的大部分东西。我注意到其中有很多麦金托什机（这是苹果公司于1984年推出的一种系列微机）。它们是真正的旧式“经典”款型，每个都内置有黑白显示器。为人和蔼的罗伯茨是个蓄着胡须的高个男人，他说如果我感兴趣的话，可以随便挑选其中一两样带走，我委婉地谢绝了，因为我不是那种爱好收藏的人，所以这些对我来说没有什么用处。

我对他这里的一切都感到有些惊奇。2005年夏天，当我第一次接触他时，他就告诉我1983年时31岁的他居住在俄亥俄州哥伦布市郊区的一套三居室的农场式的房子里，他当时的工作是一个自由作家（报道科技和电子信息）并且处于困境之中。“当时我正过着该死的我并不想要的生活，做着我不喜欢做的事情。”他回忆说。

然而，看到他的车间，我想起了他在一封电子邮件中哀叹道：“几乎每个我认识的人都受困于‘复杂的事情’：旧得嘎吱作响但熟悉的工具却不敢更换；新的工具又还没有学会；不兼容的电源；无标记的神秘电缆堵塞着抽屉；丢失的文件；所有这些东西自身的缺陷使得它们变得毫无用处”。

回到1983年，回到这些他不想要的东西里，罗伯茨渴望简单和冒险。虽然他还没有计划好，但他将成为一位“科技流浪”生活的开拓者：一个使用移动技术生活在路上的人，无论他在哪里都能跟这个世界保持联系，并把自己从单调乏味的生活方式中释放出来。

加大马力的独木舟

罗伯茨在美国肯塔基州北部路易维尔市长大，他8岁的时候就开始对电子学产生兴趣。他的父亲是一位机械工程师，罗伯茨正是受他的启发才开始机械制造的。

罗伯茨的道路勇士盒子，Shacktopus装配有3个无线电收发器、全球定位系统、Wi-Fi无线网络、环境遥感勘测器、太阳能、语音合成、录音、蓝牙、展开式天线等。

还是孩子的他就制作了许多电子装置，并且经常参加学校的科学展览：可以吸铝的感应磁铁、一个莫尔斯电码翻译器和一个以自己的发音系统为基础的语音合成器、他自己头部的X光照片。

他在他的工作间里向我展示了他最新的项目，一个加大马力的独木舟。其实，“加大马力”是一种轻描淡写的说法。它已经被彻底改造过了，另外加装了2个较小的船身。主船体上驾驶员位置的两侧每边连接了1艘小船，8个蓝色太阳能电池板，一边4个从小船体横跨到主船体上。这艘水上交通工具甚至还装有可伸缩的轮子。为什么船需要轮子呢？罗伯茨认为，如果有轮子的话，可以更方便地把它从水中移到岸上，于是他花了数年的时间精心设计和建造了这个复杂的机械装置。

这个超级改装船，命名为“俏皮话”，更像是一艘科幻小说改编的电视剧里描述的星际战斗机而不是一件与水有关的事物。考虑到它包含的技术：卫星电话、业余无线电和海事甚高频通信，这个比拟并不算离谱。而这还不包括视频摄像机和其他在我拜访的那一天没来得及安装好的小发明。还有一个装在船头的圆形的、看起来像贝壳的天线，罗伯茨解释说这是“超声换能器”。有一次，这三组设备相互沟通共同观测周围的气团、风速和风向。

但是“俏皮话”却毫无疑问的是以低科技方式航行：用帆承接风力。

温比科

罗伯茨带我参观了他零乱不堪的工作间里的其他地方。一样东西引起了我的注意：看起来像是从喷气式战斗机座舱里扒出来的一块控制面板。它曾经是他第一个“科技流浪”交通工具——“温比科”的控制面板。

回到1983年的哥伦布市，罗伯茨去参加野外的一个晚会。那天晚上，他盯着营火然后想：既然“所有的事情都到位”了，为什么不把他所热衷的所有东西都绑在一起呢——计算



机、写作、旅行、自行车和浪漫——组成一种新的生活？

他定制了一辆斜靠车（一种可以斜靠着骑的自行车），然后装载了一台RadioShack公司的型号为TRS-80 100的笔记本电脑，一台惠普HP-110便携式计算机，无线电对讲机，并用一个5 W的太阳能电池板来驱动这些小装置。他给他的这辆交通工具取名为“温比科”。

从哥伦布市出发后，罗伯茨骑着他的这辆自行车行走了10 000英里，穿越了沿东海岸南部的小镇，随后途经佛罗里达州、美国南部、得克萨斯州和美国西南部，于大约18个月后到达加利福尼亚州的硅谷。在整个旅途中，他继续用他的笔记本电脑写文章来赚取生活费用。同时他还把他的旅行记录下来，最终引起了媒体的关注，人们对这位骑着计算机化的自行车穿越美国的人感到好奇。

这次漫长的骑自行车旅程中，在感受到快乐的同时也有令他觉得很沮丧的事情，因为他发现在骑车的同时不能写作。“我的情感不断地涌现，但我只能眼看着一行行文字从我的脑海中流走，并且知道等我晚上休憩下来时无论如何也无法再俘获这些思潮了。”他说。

罗伯茨为1986年的再一次旅行升级了他的“温比科”，“温比科II”增加了无线电盒用于电子邮件访问，一个带有运动检测和语音合成的安全系统以及一个新的更加精密的控制面板。为了让自己能在踩着自行车踏板前行的同时继续写作，他将TRS-80型号100的笔记本电脑的键盘拆出来，然后将按键接到自行车的手柄控制器上。

他的第二次自行车旅行从西雅图出发，沿西海岸，穿越美国到达东海岸。这次他的女朋友，马吉·维克托骑着她自己的斜靠自行车与他一起同行。他们总共行进了6 000英里。

看这个巨兽

媒体对罗伯茨的关注也引来了一些感兴趣的赞助商。1988~1992年，他在“温比科II”上增加了更多的东西。太多的东西，其中有些像

微软应用程序的后续版本其实是很荒谬而又毫无用处的，使得自行车很快变得十分累赘。因此不得不为这个自行车设计一个拖车来装载这些部件。

它被重命名为“巨兽”（巨大的电子化人力式机器……只是太重），由一个志愿者小组协助罗伯茨在硅谷组装而成。它几乎拥有当时所有的移动和计算机科技：一个改装的麦金托什机和其他的计算机系统、许多的无线电通信设备、全球定位导航系统，甚至包括一个辐射监视器。

“这些高科技的东西让我分心，”罗伯茨承认，“我一读到一本行业杂志上的信息就会照做，‘哦，哦，我可以用的！’，然后我会跟人交流并理解它。”

媒体和公众都痴迷于他的旅行，并且为他尽管有些不切实际但满载科技的自行车叫绝，罗伯茨受到许多记者的采访，并参加电视台的脱口秀节目。但是随着公众对他项目的兴趣达到高峰，这位科技流浪骑车人对最初梦想的热情也随之消逝了。具有讽刺意味的是，为了与公众见面和举行巡回演讲活动，他把他组装的“巨兽”装在柴油机动力的卡车拖车里周游全国。

岛上的实验室

罗伯茨用他为“巨兽”做巡回演讲所得的收入在卡玛洛岛上购置了一处地产，之所以选择这个地区是看中了其周边的各种水道。他建造了一个3 000平方英尺的工作间用于小型船只的研究、建造和测试，这些都将使用科技流浪技术。他通过邀请工程师和其他专家的参与给“巨兽”志愿者团体形成了一种文化。

“微船计划”起初只是源于为一条普通的爱斯基摩人皮船装备上通信设备的想法，但后来发展成为一对特别改装的渔船，“歌线”和“俏皮话”。这些水上交通工具上扩展了罗伯茨和他的“巨兽”团队开发的嵌入式系统技术，这项技术使得驾驶员几乎能通过最流行的掌上电脑操作系统PDA控制船只的各个方面。

在他的工作间里，罗伯茨指着坐落在工作台一头的的一个重重的塑料项目箱让我看里面。它看起来足以容纳数百页A4纸张。这是他为“俏皮话”设计的电源。它采用了7个微处理器用于调节和分配600W的电能。虽然船上的太阳能电池板可以单独提供能量使船只以5节的速度前行，但这个备用的电能装置使得驾驶

因此，2005年他决定设计一个所有功能集于一身的移动通信包，并命名为Shacktopus。他计划把它做成大约笔记本电脑大小的尺寸，或者能够放进信差的邮包里。这是他第一个希望能开发成商业产品的项目。

“不像其他系统（“温比科”，以及其他）会真正地影响到你的生活方式，这个

“就像我绕到了我的后脑勺，然后按下了复位按钮。”他这样评述他的旅程开始的那一天。

员能够转换所有的电能来应付紧急情况（如快速改变方向来避开与另一只船发生冲撞）。

2001年9月，罗伯茨驾驶“俏皮话”以132英里的速度穿越了普吉特海湾。虽然他仍然认为“微船”项目还处于研发阶段，但其早已延期几年了，也不再是他个人优先考虑的事情了。

“10年前开始做这个项目的时候，我非常满意地认为船体的大小应该与独木舟差不多，其尺寸大约相当于一口棺材。在船里面还睡了两年时间。现在我52岁了，我感觉自己不再希望像以前那样不舒服了！”他边说边轻轻笑着。

Shacktopus项目

随着越来越难以忍受身体不适所带来的痛苦，罗伯茨最近一直在想，可能他近20年来花了太多的时间在设计机器上而太少用它们去进行实际的冒险活动了。他称这导致了“巨兽效应”。

项目更加‘随时取用’。”他说。“对于Shacktopus，我避免再把它做成一个要把自己束缚在特定的自行车或船上的耗时多年的项目。”

就在放置“俏皮话”电源箱的同一张工作台上，他给我展示了Shacktopus的雏形。Shacktopus实际上是在一个透明的塑料项目箱里混杂着现成的通信工具及其他计算机内部元件，通过罗伯茨设计的一个统一标准的控制系统相互协作并连接起来。这里面有一个HF1VHF/UHF无线电收发器；一个全球定位系统；环境遥感勘测仪；Wi-Fi无线桥接的互联网关；可以用太阳能板充电的锂离子电池电源系统；汽车点烟器或交流插座；语音合成器；录音机；可以连接笔记本电脑或PDA的蓝牙接口；以及一个从HF到2.4GHz的扩展式天线阵列。

比起其他那些用来帮助简化罗伯茨的生活，使他从复杂的技术中摆脱出来的类似微芯这样的项目，这个Shacktopus早期的蓝本本身看起来就已经很复杂了……

虽然Shacktopus的出现是源于其创作者在过去几年里不断增长的不安，但它似乎也预示着相同的难题。罗伯茨带着一个听起来很简单的计划来到卡梅诺岛的森林：造一艘船，继续下一次大冒险。计划进行得并不够快。很明显，需要很长的时间来建造一艘船，至少按照罗伯茨喜欢的方式，这都是拜那些花哨的东西所赐，例如伸缩的轮子。事情变得复杂了。

“我想再次迁移，而且我把Shacktopus看作是计划得以实现的方法——是整个过程中的一种途径。”他也许是抱着希望地说，“我在寻找一艘大船，我可以在上面生活并且可以环游世界。”

人力的魅力

2005年夏天当我为这个故事开始采访罗伯茨时，就立即意识到他的科技流浪交通工具——自行车和船只——都是主要依赖于人力的小型交通工具。我不解的是其中有什么吸引着他。

“我喜欢它人力的部分。我发现当你乘摩托车或汽车旅行时，你是真正的无名氏，你不过是某个从高速公路上经过的人。然而，当我骑着自行车时，我是完全没有威胁的人。”他回过头来跟我说，“回到20世纪80年代初期，当我骑着自行车穿越南方的小镇时，他们总是把我领到家里做客。他们不会担心我。同样，我也会感觉满意得多。架着皮划艇造访一个小岛更刺激，有句俗话说：‘船越小，越冒险’。”

后来，我仔细思考了几个月：人力交通工具或风力，太阳能交通工具与移动通信科技连接起来的主旨是什么？把这两者联系到一起的吸引力是什么呢？

2006年2月一个阳光明媚的下午，当我亲自见到科技流浪创始人时，我这样问他。虽然他个人总是对这两个问题很感兴趣，但他也无法对此提出一些深刻的见解来满意地解释这所有的一切。

我登上“俏皮话”或者更准确地说进入到里面。它有5尺8寸，我比罗伯茨矮很多也瘦得多，所以在里面对我来说一点也不觉得像“呆

在木箱里”。里面有足够多的伸腿空间，我拨弄着一些操作杆试着让自己在坚硬的座椅上放松下来。我朝座舱罩的前方看去，在仪表板的顶上贴有一个指南针，另外我还看到一块很大的画有技术性图表的标记板挂在“俏皮话”前面的墙上。我想象着如果是在普吉特海湾，我眼前的景象应该是起着涟漪的水面背衬着华盛顿西北部连绵的山脉。但它还是让我觉得我正坐在一驾星际战斗机里。

我的心中渐渐明晰起来：待在这样一艘小艇里有一种独特的感觉，一切都靠你自己的身体技能和智慧去控制。它已经变成了你皮肤和身体的扩展。它变得个性化了。

也许这就是联系：移动通信和像罗伯茨的自行车和这艘船一样的交通工具，两者都能唤起它们和它们的使用者之间的情感联系。

“我的目标并不是把我的一生都放在实验室里创作电子器件，”罗伯茨说，“我在这个森林里找到了这个美丽的地方。虽然它看起来应该是个伊甸园了，但我心里还是觉得痒痒地想要再次迁移。”

上一次他觉得这样痒时正住在一套三居室里，那套农场式的房子在哥伦布郊区的某处。没有乐趣，所以他被一堆不需要的且无法轻易摆脱的东西所困。

但是有一天，他把这一切都甩在了身后，弄脏的盘子还堆在厨房的洗碗池里，甚至都懒得去锁上房子的前门，便合上计算机，带上移动通信器材，骑上一辆模样古怪的自行车就这么走了。“就像我绕到了我的后脑勺，然后按下了复位按钮。”他这样评述他的旅程开始的那一天。

微船“俏皮话”：

1. 可以伸缩的轮子方便搬运。
2. 驾驶舱上覆盖着一个亮红色的由厚厚的防水布料制成的顶篷。
3. 太阳能电池板能够提供紧急情况下的动力，其他情况下就靠帆承载风力航行。

X



1



2



3

空中快艇

放飞在伯克利风筝节

阿尔文·奥莱理

如果你7月份在伯克利的话，可千万别错过了风筝节。经过近20年，伯克利风筝节已成为一种历史悠久的传统并且是西海岸最大的风筝节之一，吸引着专业的风筝爱好者、有孩子的家庭和偶然经过的旅客。驻足在伯克利玛丽娜四周的公园里，你可以看到各种姿态的风筝——俯冲、翻滚、翱翔——几乎来自周围的各个山坡上。

汤姆·麦卡利斯特热爱风筝的美丽可亲，发起了一个节日来回馈社会。“现在，”他指出，“大多数节日的主要目的，要么是为了孩子们的大事，要么就是专业的展览。而我们希望展示现代风筝所能展示的所有最好的面孔。”

麦卡利斯特的继父是做旋翼飞机的，因此他从小就热爱任何能飞的东西。他上大学的时候发现了风筝，1985年开始从他的本田思域后备箱里出售它们。“你可能是一个孩子或一个坐在轮椅上的80岁老人，”他说，“而买一个像红色男爵一样划破天空的风筝是一个适度的投资。”

他是幸运的，他在一个放飞风筝的天堂里：伯克利，正对着金门湾，恰好位于风力又棒又足的风向要道上。随着时间的推移，周末的业余活动变成了全天候的工作，风筝节也一同盛行了起来。加上另一个完美的时机：在风筝节刚开始的时候，正好在填埋区的顶上修建公园，随着公园的扩建，节日也不断发展，现在每年夏天吸引着多达2.5万的游人。

他们是各种各样不同的人群。你在节日里见到的第一幅场景是一个山顶，放满了野餐毯和缠绕的风筝线，孩子们拖着风筝满山乱跑。你可以看到各种各样美丽的样式：有复杂的，商店里买的龙形风筝，为了好玩它们被画上五彩斑斓的颜色；有家里自制的箱式风筝；还有简单的手绘的经典钻石风

筝。人们的喜悦溢于言表。在这个下午，万人空巷，人们纷纷来到集会的地方，这里有一个风筝往下撒糖果，孩子们在这里度过节日直到万圣节前夕。

他对节日里的其他表演感到自豪。从山上下来，放风筝的人由家庭成员变成了专业人员：顶级风筝玩家们与巨大的三维风筝混在一起在风中舞蹈，团队风筝演示与展览风筝共享一片天空，而风筝厂商像“菱形”、“革命风筝”和“臭氧”，则请风筝爱好者们测试他们最新的设计产品。

大名鼎鼎的雷·伯特利！一位看起来永远不会老的多风筝飞行的世界冠军，看到他灵巧的手指和一堆“嗖嗖”作响的风筝，即使是最有经验的风筝运动观察家也会倒吸一口凉气。风筝空中芭蕾组一次用96个风筝表演，而彼得琳的巨型动物风筝在风中飞驰、滑行和跳跃。

总的来说，把这件事说成是“全家乐”是低估它了，这不仅仅是孩子们的乐趣，对于风筝来说其中还有更多的含义。风筝长久以来被看成是自由与希望的象征（到全国性的报刊上去查找有关放飞风筝的图片，你会经常看到有关新兴民主国家的文章），而且很难找到不喜欢它的人。麦卡利斯特，自己设计风筝15年了，坚信风筝是一种艺术形式：“那并不意味着所有风筝都是艺术——大部分不算——但是是有潜能的，无论是设计还是飞行表演。”当被问及为何风筝节办得如此成功时，他说：“一位智慧的老人曾经对我说，风筝让你把风抓在手中。”

伯克利风筝节，2006年7月29—30日

www.highlinekites.com/Berkeley_Kite_Festival

阿尔文·奥莱理是本书英文版的在职编辑。

感谢Highline Kites提供图片



20世纪彼得·林恩，在新西兰设计风筝已经30多年了，带来了他在80年代中期设计的那个巨大而神奇的三叶虫风筝，它作为最大风筝的世界纪录从1995年保持至今。他的动物风筝（见上图）现在代表了动物王国的所有部分

准备出发。双线特技表演风筝队列五彩斑斓地放在地上展示（见左图）

太空手提箱

与行星科考气球设计者面对面

戴维·帕斯科威茨

1835年,《南方文学先驱》上刊登了一篇文章,讲述了一个有关汉斯·普法的非凡的故事。他是鹿特丹的一位补风箱的工匠,为了躲债,他在家自制了一个热气球飞上了月球。这个故事当然是年轻的作者埃德加·阿伦·珀虚构出来的科幻小说原型,用来糊弄他的读者的。用气球飞向月亮或者是太阳系其他地方的想法从未实现,可能是因为这是不可能的。但是对于一群工程师来说,用气球飞往其他行星并非完全遥不可及。事实上,俄罗斯人早已做过了。而美国国家航空和航天管理局喷气与推进实验室则在保持着这个传统。

20世纪30年代,加州理工学院在洛杉矶正北面的一大块校区上建立了美国国家航空和航天管理局喷气与推进实验室。DIY的思想观念诞生了这个国家的火箭科学。喷气推进实验室设计了美国的第一颗人造卫星,发明了水手和航海者探测器,建造了长期运行的火星漫游车。

在校区的心脏地带的一小簇沙坑里坐落着喷气与推进实验室的流动性和机器人系统实验室。大约100名工程师负责开发机器人组件,他们使用自动化软件和机械臂,那可以使他们待在安全的地方探索未知的领域。

在实验室的一间黑屋子里,有一架白色的软式小飞船,大概15英尺长,飘浮在一张桌子上,用绳子拴住了。这艘软式小飞船看起来不是非常特别,直到你得知它是一艘自动化的核动力空中机器人原型机,它在某天可以用来探索土星的月亮“泰坦”。这艘软式小飞船可以在浓云下面飞行,从在航天器上看这些浓云会遮挡住地形,

它可以抓拍高解析度的图片而且甚至可能分析出表面模型供桌面分析使用。

“气球能提供一种独特的观察平台用于行星科学研究,你以任何其他方式根本无法做到这一点。”杰弗里·豪说。他是喷气与推进实验室的资深工程师,领导着空中机器人的研究。

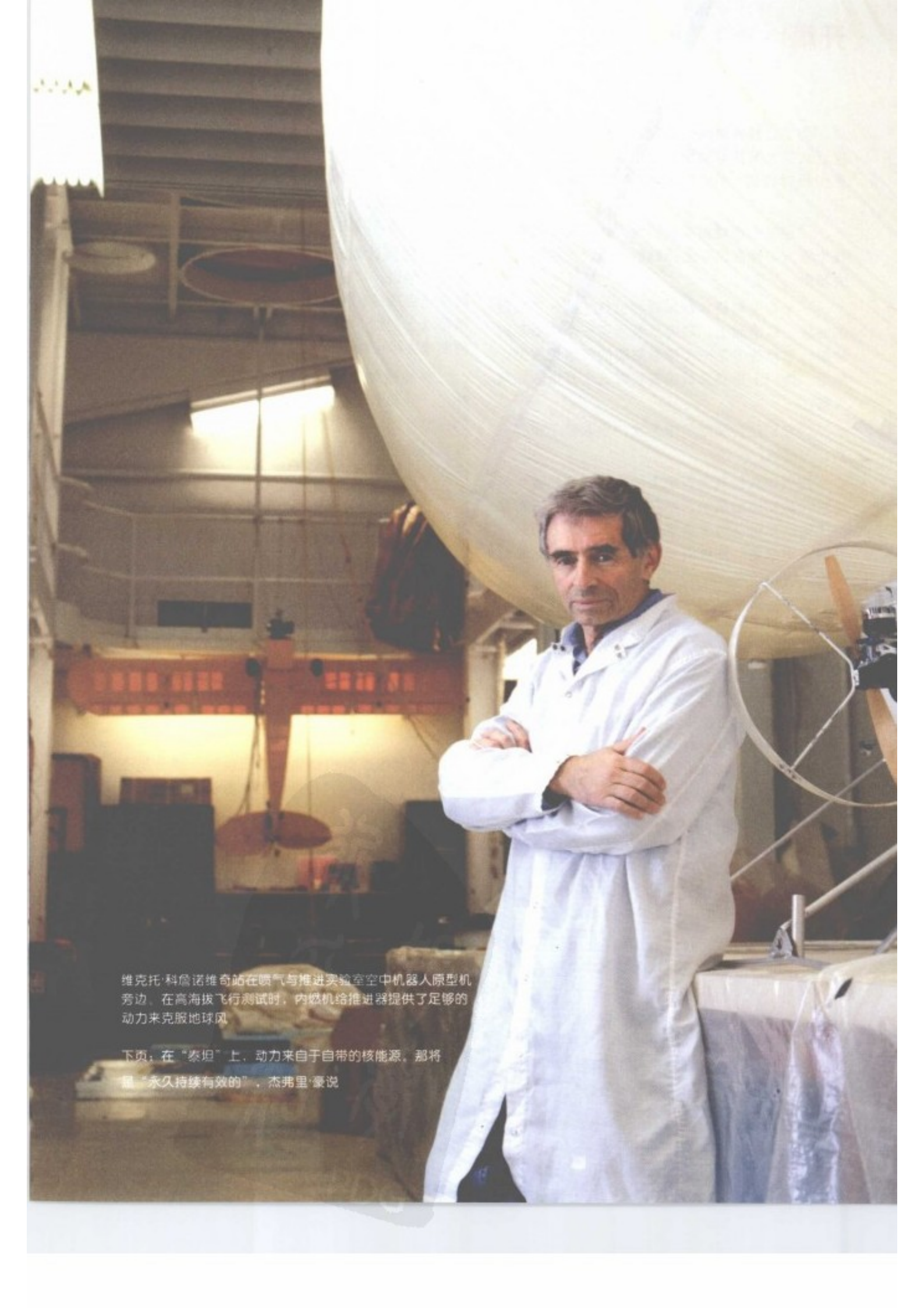
1997年,豪从加州理工毕业后,作为一名见习航空工程师加入了喷气与推进实验室。那时,他的工作是人造卫星的低温技术。然后,他说,感到没有兴趣了,他被迫扩展他的视野。

“我总是喜欢研究一些东西是如何运作的,那就不可避免地导致你要去建造一些东西来做实验。”他说,“气球最大的吸引力之一就是它们很容易制作。然后你只需把它们放到外面让它们四处飞舞。从一个实验主义者的观点来看,与它们一起工作是有趣的事情。”

“泰坦”气球只是豪和他的同事们正在设计的数个不同的航空飞行器中的一个。每个飞行器的技术是由它的终极目的决定的。例如,非常稀薄的火星大气层需要一个直径至少10m的球形气球才能搬得动几千克的科学器材。

在一项方案中,气球包将从一艘太空船上方的舱门里释放到火星大气中。当气球包在降落伞下方飘荡时,气球包内的氦罐膨胀起来将“封皮”顶开,这才是真正的气球面料。一旦封皮被充满,降落伞和罐子就被切断分离,而气球悬停在海拔几米高的地面上方。根据豪的说法,一个像这样终年被风吹的氦超压气球,可以在行星上飘浮一年之久,它会一直向地球的任务中心传送数据。

摄影:克雷斯·霍普金斯



维克托·科詹诺维奇站在喷气与推进实验室空中机器人原型机旁边。在高海拔飞行测试时，内燃机给推进器提供了足够的动力来克服地球风。

下页：在“泰坦”上，动力来自于自带的核能源。那将是“永久持续有效的”，杰弗里·豪说。

为了让技术达标，研究人员把气球飘浮在最接近火星大气的环境里，这很容易做到——嗯，至少相对容易：100 000英尺高的地球大气同温层。

“那是个很难做实验的地方，但是如果你想找个地方与你在火星上见到的类似，你就不得不去那里。”豪说。

一个商业科研气球拖着测试气球到达了指定的海拔。从地面上，研究员激活了一个放烟花的快艇，它释放出了一个带着氦罐的气球包原型。然后，他们十指交叉祈祷着观看这个直播的视频大餐。

“我们已经失败了很多次，也收获了少许成功。”豪说。

把气球放到其他行星上的主意并不是喷气与推进实验室想出来的。早在1985年夏天，一对超空压氦气球就飞过了金星的上层大气。它们是苏联的“织女星”任务的一部分，用来研究这颗行星的大气和表面。

这个随风飘荡的气球，直径12英尺，用类似特氟龙的材料缝制，吊着一艘贡多拉，里面装满了温度计、速度计、光压传感器和一支用来测量云层颗粒的浊度计。疾风带着气球以海拔35英里的高度迅速地扫过行星的阴暗面，它们的行迹被地球上的射电望远镜所跟踪。两天后，与预计的一样，电池用完了，联系中断了，这个气球任务宣布取得了巨大的成功。

喷气与推进实验室的研究员们知道“织女星”任务的内幕消息。那是因为那个项目中的一位领队工程师现在是他们中的一员。在俄罗斯空间项目中工作的经历是他终生职业生涯的一部分，维克托·科詹诺维奇在15个苏联的火星和金星任务中工作过，包括“织女星”任务。

“在19世纪80年代的苏联，空间项目曾尝试过一些宏伟的计划，而气球是其中之一。”他说。

正当苏联和法国国家太空研究中心计划在火星上执行一个跟踪气球的任务时，苏联的解体导致俄罗斯的前沿空间科研项目在遇到技术挑战前就基本上被彻底摧毁了。科詹诺维奇知道是时候把他的才华放到别的地方发挥了。

1994年，科詹诺维奇移民到了加利福尼亚，在加入喷气推进实验室前，他在一家太空工程咨询公司短暂地工作过。虽然他觉得很幸运有机会能够继续他的兴趣爱好，可不同的文化感觉就像，呃，在访问别的行星。

“空间计划在这里要比俄罗斯繁文缛节得多。”他说，“在那里，政府法规不太重要。多数决定由项目的主设计师拍板。而这里所有的事情都从上走到下。这个过程要规矩得多，它是有控制地去尽可能避免风险。”

科詹诺维奇可以又有机会在金星上放飞气球了。他和豪正在向美国国家航空和航天管理局的探索计划争取到金星上去的飞行任务，该项目尝试启动许多短开发周期的小任务（美国国家航空和航天管理局的星尘任务把彗星的样本带回了地球，它是探索计划的最新任务）。金星旅行将会是经过长期等待后的俄罗斯前沿科研任务的重演。但是科研负载要复杂得多，包括一个用来分析行星大气的质谱仪。

气球的材质也要先进得多。喷气与推进实验室与私营部门合作开发的布料能够承受住金星云团里的硫酸成分。它是一种多层的压合材料，成分有聚酯薄膜、特氟龙和聚芳酯纤维，这种高强度的布料用来作为火星漫游车降落时缓冲的安全气囊。现在，为了推销他们的提议，工程师们正在用这种材料建造一个18英尺的球形气球。

“把制作原型机作为这些提议的一部分是不寻常的，”豪说，“但是喷气与推进实验室打算划出钱来做一个，所以我们能够演示这项技术的成熟度，以此来说服那些持怀疑态度的评审者。毕竟，他们收到了15~20项提议去争夺1~2个飞行任务。不是每个人都能成功的。”

而且如果这项特别的设计不能去飞，那一定还有别的机会可以去尝试。毕竟，太空竞赛可能已经结束了，但是喷气与推进实验室的制作者们仍然在把他们的目光投向天空。

“如果我不认为这些项目之一可以在不久的将来飞起来，我不知道我是否还能够像现在这样工作。”科詹诺维奇说。

戴维·帕斯科威茨是本书英文版的编辑，也是BoingBoing.net网站和一家将来会有研究院的研究机构的联合编辑。



AS 800B

该飞艇并不显得非常独特，直到你
知道这是一个自主核动力飞行器的
雏形，并且可能有朝一日会用来
探索土星的卫星



不要以为他戴着一副老式的夹鼻眼镜。仔细看你会发现并没有东西架在他的鼻梁上。事实上，眼镜是通过磁铁吸住穿在鼻梁上方之间的肌肉里的一根钢棒戴起来的。

你就是平台

硬件黑客们如何重塑他们自己的身体

奎恩·诺顿

身体修饰给我们的印象总是为了美容而进行刺骨和文身。但是，身体修饰也可以起到一些辅助作用，可以改变一个人对自己身体的感受甚至赋予他们一种新的功能。你喜欢以何种方式远距离感受电场？请告诉菲尼克斯的史蒂夫·霍沃思（stevehaworth.com）。他在志愿者身体上做过许多这样的试验：在指尖上划开一个小切口并插入一小片NEODYME磁铁，这片磁铁是先被镀上一层黄金然后再覆了一层硅胶的。他将磁铁安置于无名指的表皮和表皮筋膜层之间的神经床上，然后细致地将切口缝合好。对于大多数的磁体移植，霍沃思都可以在10分钟之内完成。

在接下来的几周里，手指上的切口会愈合，然后神经开始转换电磁信号和磁场运动。某些东西，如其他磁体，甚至可以使磁体自旋而打击神经。新的感觉传递到大脑，这里是进化最拿手的部分，灵长类动物的适应性发生的地方——大脑的某些部分变得与来自手上的信号越来越协调，感知灵敏度也越来越高。你能体会到多少感知取决于很多因素包括磁体的大小和放置的位置，你受过多少或者说多好的训练去使用它们。

每位通过测试的做过磁体植入手术的人，在从两周到几个月不等的时间内，都能很容易地挑出一条带110 V电压的火线。许多报告显示能够从

本图由史蒂夫·霍沃思提供

几英寸到几英里的距离感应到电动马达，其感应距离取决于电机的强度和移植物的尺寸以及植入后愈合的时间。

身体改造刊物出版商和BME网络社区管理人香农·拉热特说，通过零售业安保装置时就像“把我的手放进超声波清洗机”。任何一个强烈的金属感应丝都会引起手指里的磁体感应。

（有段时间，霍沃思停止了磁体植入手术，因为有些医用等级硅胶覆盖层破裂后，磁体的金属会暴露在体内，现在他使用了一种更为坚硬的硅胶使得移植更为安全。）

看啊，没有鼻梁架也可以！

当你见到詹姆士·索伊时，你可能会认为他戴着一副过时的夹鼻眼镜。仔细看你会发现并没有东西架在他的鼻梁上。好像是鼻子两侧一边粘了一块镜片一样。实际上，眼镜是通过磁铁吸住穿在鼻梁上方之间的肌肉里的一根钢棒而戴起来的。它们更像是穿鼻眼镜（pierced-glasses.com）。

比镭射视力矫正手术便宜而且不是永久性的，比隐形眼镜更舒适，索伊采用穿孔的方法将他眼镜上的耳架去掉。同时，他想把它产品化，目前它还只是个DIY作品。

如果自己做1副的话，你需要准备1个小桌面工作台，4小块稀土磁铁，1根用作鼻梁架的穿孔棒，6个适用于穿孔棒的小螺丝和1对塑胶镜片。

制作穿孔眼镜的第一步就是鼻梁架穿孔：将一根棒穿过鼻梁上方的皮肤。使用内含螺纹的部件通常是个好主意，而在当前的情形下是非常重要的。“我建议先等待至少数月的愈合期，再进行有关穿孔的其他步骤。”索伊说。接下来，你将会需要一些与穿孔棒配套的螺丝。我们打电话给穿孔工作室以确定穿孔棒的螺纹的精确信息，然后再订购螺丝。

适合穿孔棒的弯头支架是从工作台上的铝块上切下来的。这里可以在艺术上进行一些自由发挥，但是要确保给那套稀土磁体留出空间。正是这些磁体抓牢了眼镜，使它们安全，不会碰伤你的脸。把镜片放到你穿孔的地方，标记出钻孔

每位通过测试的做过磁体植入手术的人，在从两周到几个月不等的时间里，都能很容易地挑出一条带110 V电压的火线。

点，这些地方用来安装另一对磁体。别忘了鼻垫，与传统的眼镜一样，事实上承重的是鼻垫。

奎恩·诺顿是一位自由作家和在ambiguous.org上的联合博客的作者。

健康与安全

你的身体改装过程将会有疼痛和流血。磁体植入的疼痛要甚过一次简单的注射或者给耳朵穿孔。不过不会像给敏感部位进行长时间文身或者许多医疗操作那样痛。

做任何穿孔或改装，都要找那些严格遵守规章制度来处理医疗垃圾（含血物）的本地专业人员。要求查看他们的高压灭菌器，询问他们多久校正一次；如果他们不情愿回答，那就走。更多的信息请咨询职业穿孔者协会（safepiercing.org）。

任何人体改装，不管是功能性的，艺术性的、色情的，或者为了好玩，都需要小心地愈合。确切地说这是一个裸露的伤口，需要严格地清洁和缝合。确保你得到术后调养的指导并且理解了它们。

恢复期间，不要过分粗暴地对待改装过的区域或者将它暴露在不洁的环境中。询问你这种类型的穿孔通常需要多久的恢复期。对感染的迹象提高警惕：发热，脓液排出，过分地肿胀，或者发红。如果你发现上述任何情况，要告诉你的手术师或者医生。

简易 CAD

如何在使用CAD制图的同时，又玩游戏？

索尔·格里菲思

在至少亲自体验了各种CAD程序一次以后，认识Takeo Igarashi以前，我一直认为CAD程序是不可能变得简单易用的了。Takeo是我一位来自日本的校友，他编写了一部名叫Teddy的让人不可思议的小软件。它是个基本上适合5岁孩子用的CAD程序：如果你想设计一个毛绒玩具，那这个正好合适。它很直观，也很完善。CAD并没有那么可怕又昂贵，也不需要上千页的指导手册。

我原本希望Teddy会影响世界的CAD软件包，并会使CAD变得更优惠和简单易操作。虽然6年过去了，事情也没有像我期望的那样，但仍是充满希望的。

为什么呢？作为本书的读者，你关心吗？我关心，因为我很喜欢使用CAD：它比玩计算机游戏好。同样把你睡不着觉的36个小时花在计算机前，但到最后，会有一个漂亮的3D对象从你的大脑中展现出来，有计划地进行着，并准备兴建或共享。但是，真正令人兴奋的是有一天孩子们将能够在一个类似Teddy式的CAD程序中将他们的想象发挥出来，并且应用在真实世界里的巧克力和糖果设计上。

你应该注意共享二维和三维模型的能力至少与共享音乐和视频同样重要。共享你产品的CAD设计也可以使其他制作者做起事来更容易的。

在对CAD作出抨击之前，让我先向不太了解

它的朋友来简单地介绍一下什么是CAD程序。总的来说，CAD程序可以按很多种方法分类。对于高手来说，有带参数的三维实体模型，可以把对象用精确的方程描述出来；有一些表面修饰或者线框建模的程序，它们可以产生漂亮而完美的界面和栩栩如生的外形；有一大堆描绘工具，可以使3D模型看起来很酷；还有一些建筑类2D绘图程序，可以绘出2D平面图。

为了更为完整地叙述，我还要提到CAM，那就是计算机辅助制造软件。它能识别你的CAD设计，并把它转换成一个用钎头、磨、激光、喷墨头或其他一些工具制作你的设计对象的“加工路径”。

与大众观念相反，你并不需要一个激光刀或3D打印机甚至是数控机床来实现你的CAD设计。在你的桌上，你很可能已经有了一台高精度的机器工具：一台喷墨打印机。它能将你的设计以50 μm 的精度打印在纸上，或者更精确。我经常使用喷墨打印机去打印一个样式或模板，然后把它们用来排列将要手工钻洞的地方或用来裁掉你将要缝合在一起的部分。所以，实际上，我们现在已经有能力制作出非常酷的CAD 3D模型并且通过台式计算机进行共享。

你会很享受建立自己梦想的房子，并把它放在谷歌地球上！那是不是很酷？

有一个利用这项优势的软件是《纸艺大师》，它计算一个三角形图案，当折叠起来，可以变成你的3D对象。这是高科技折纸技术。我见过的有的商业名片采用这种技术可以折叠成玩具车、日本动漫人物和恐龙。

有一个叫做《薄板设计》的程序，它能够计算如何从一个平面构建出三维曲面。同样，这里的好处是你不需要数控机床来获得现实世界的输出；你可以使用这个程序，打印到纸上，描摹到胶合板上，再用钢锯切割胶合板，做成美丽的有机家具，甚至设计你自己的皮艇。

一个叫做“草图建筑大师”的伟大的小公司，它们有一种CAD软件包，能够让你来建造建筑物并将其三维模型放置在谷歌地球上。在所有的软件包中，《草图建筑大师》在我心目中是最接近于《泰迪》的简化思想的。它们有极好的



这个小鸭子是花了10分钟用免费软件Alibre Design Xpress设计成的

+ 文中所提到关于URLs的所有项目请参看：
makezine.com/06/griffith

教程和直观的界面，而且如果你以前从未使用过CAD，你会很享受建立自己梦想的房子，并把它放在谷歌地球上！那是不是很酷？

网络世界“第二人生”现在用CAD软件包构建，因此你可以在另一个世界里实现你想象中的事物。这对我来说很酷，因为现在我可以看见真实与虚拟的世界相交互。想在第二人生里做一些超级酷的东西吗？把它带入第一生命吧！

那么你应该从哪里开始呢？在你花上千美元去购买一个CAD软件包之前，先试用一些免费的替代品：在freeCAD.com上可以看到一大堆。我现在最喜欢的是Alibre Design Xpress。它是一个免费的可输入参数的CAD程序，它有大多数程序包的功能。

他们的商业模式很有趣（我的一位教授曾经形容它是“有条件破解”）：他们给你自由软件，你上瘾，然后如果你需要更好的功能（更多的部分，更多的工具），你可以花钱买。他们的价格还算公道，而你只需买你需要的扩展功能。

如果你对Illustrator或CorelDraw用得很顺手，你可以用这些程序做出数量惊人的工作。

Illustrator有许多量尺寸的插件，用这些程序，你可以为你的木船制作很好的二维平面图，气动土豆炮或雪茄盒吉他。Eagle CAD是一个免费的电路板设计和布局工具。如果电子设备是你的爱好，你可以用Eagle CAD设计它，而且可以与也想要糖果盒MP3播放器的朋友分担订购电路板的成本。

另一个主意是写自己的CAD程序。大卫·阿伯丁写了一个极好的用于风筝设计的CAD软件包叫“Surfplan”，导致整个业余风筝制作者社区做出很酷的冲浪风筝。很多人已经制作了内含MATLAB和Mathematica的小CAD软件包，能够输出DXF或PostScript格式的文件。罗伯特·朗用这样的东西来制作他那令人叹为观止的折纸工艺模型。

CAD的世界仍然不完美。开发平台间的转换是一个噩梦。学习曲线长。就算用了很久，还是有些软件包会让你刚开始时有点头痛。但愿，在本书的读者群里，有黑客能写出很酷的新的CAD程序，这个程序有简单的界面并且是开源可扩展的。好用。

索尔·格里菲思与在鱿鱼实验室一起工作的硬件专家们研究开源硬件的问题 (squid-labs.com)。

托克·布朗的 “平底锅” 鳄鱼船

从这里开始你的造船爱好

蒂姆·安德森



洛伦·“托克”·布朗的一生都生活在千岛湖地区的沼泽地。《托克，沼泽地的一生》（佛罗里达大学出版社，1993年出版）是一部让人心醉神迷的有关他在沼泽地冒险经历的自传体作品，书的封面上描绘了这样一幅画面：他正在推动一艘带有推杆的奇怪小船。

这艘小船被称作“平底锅”，现在存放在佛罗里达州Chokoloskee岛上Smallwood的商店里供游人观赏（Florida.everglades.com/chokol/smallw.htm）。

当水太深而不能使用推杆的时候，他使用短桨，而当水变得过浅的时候，他便下来拖着甚至背起小船前行。

多年来，他制作了许多艘这种用来捕捉短吻鳄的小船。虽然其外表粗糙，但却非常实用。因为船体省去了一切不必要的负重，使得你可以轻松地扛起它，也可以在里面睡觉。就像一块自由的魔毯。

在设计小船的过程中，人们往往更关注船的行驶速度而不是造船的速度，而且他们忘了开得更快

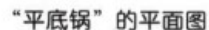
也会更累。如果你想有一艘能在里面小睡一下的小船，那么你应该需要下面所说的这个蚊帐。

卷在小船底部的就是托克的蚊帐或者叫“蚊子吧”：之所以得此名是因为那里也是各类昆虫们喝水和社交的场所。这个长方形的蚊帐大小刚好可以罩住睡在下面的人。过去，采用的是纱布、粗棉布或其他稀薄织物。蚊帐被固定在角落上，如果下雨，盖上一块油布便足够将雨水阻挡住。

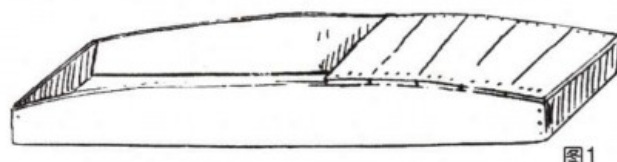
这是一个没有顶棚，可以一半是歌手，一半是吉他的小船。从造这艘小船开始你的造船爱好吧。

装配使用的配件是钉子和螺丝。为了使船不漏水，在钉钉子之前，要在每个接口的表面处涂上一

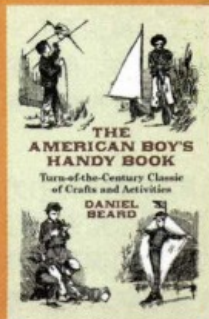
存放在佛罗里达州Chokoloskee岛上Smallwood的商店里
蒂姆·安德森 C. 2005年
尺寸单位为英寸



如果你没有胶合板，丹·比尔德1882年的名著，《美国男孩的手册》（见图1）中写明了如何用木板建造这种小船。《美国男孩》的创始人比尔德建议在木板之间放置用油漆浸泡过的羊毛条来起密封作用。



大沼泽地和沼泽船资料



你可以通过网站 store.doverpublications.com/048543138%html。从多佛订购一本《美国男孩的手册:本世纪初经典的手工制作》。

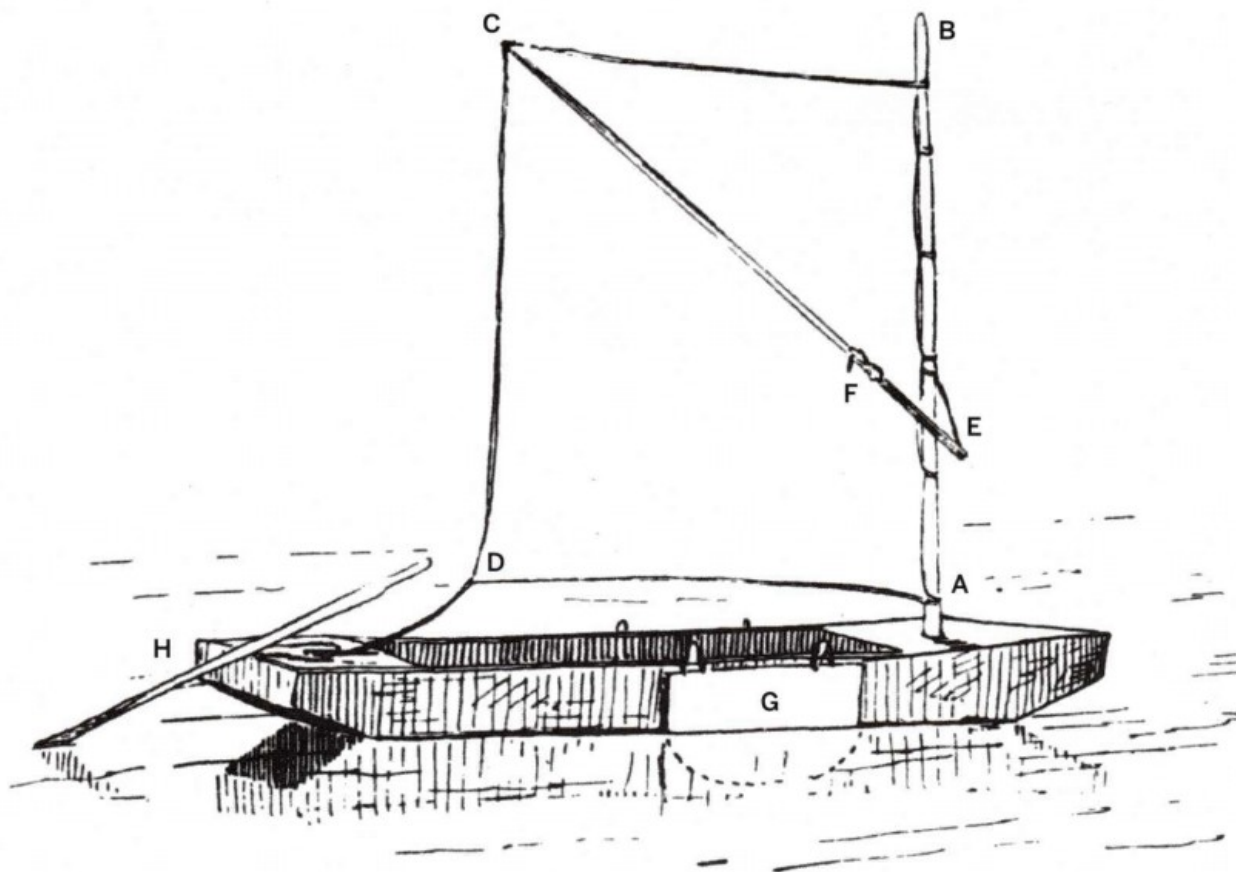


图2

启航

想尝试新船的航行了吗？来自同一本书的图2中展示了一种非常好的适合于这种小船的斜撑帆。这里推杆变成了船桅，防雨油布则成了船帆。

一张下风板（G）悬挂在船的两侧，以防止船横漂。（一个“禁止停车”的标牌放在这里正合适）船帆是绑在被固定在各角上的船桅和斜撑帆杠上的长方形的防雨油布、薄布单、雨披，甚至是桌布。船桅（B）和斜撑帆杠（C）不能太长，要能放得进船里。如果你喜欢，可以让船桅移至偏离中心的地方。斜撑帆杠的末梢上刻有一个凹口（E）用来穿过“安全绳”。该安全绳被系在一个栓子（F）上用来调整船帆。在微风中，船帆并不需要被完全系紧在船桅上，仅系住帆布的各角就可以了。

图3中显示了一种简单的装配斜撑帆杠的方法。上面所提的安全绳是一捆打成双合结系在船桅和斜撑帆杠上的绳子。船帆的升起和调整是靠上下滑动安全绳来控制的。要收起船帆，便把系在刻有凹口的斜撑帆杠末梢上的安全绳解开，这样足够你从容地将船桅和斜撑帆杠收到一起，并把船帆卷起来。

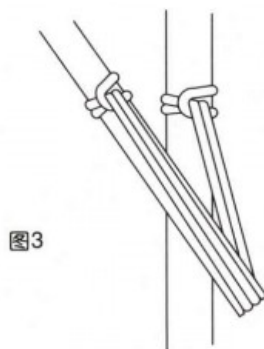


图3

把斜撑帆杠绑在船桅上：把斜撑帆杠（斜线）和船桅（垂直线）绑在一起的绳子叫作“安全绳”，它的两端打着“双合结”。

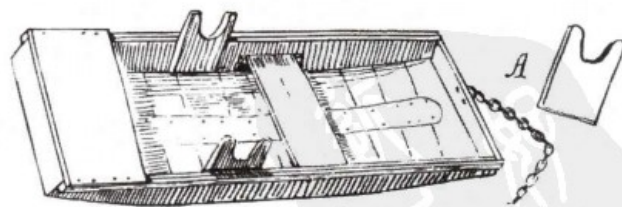
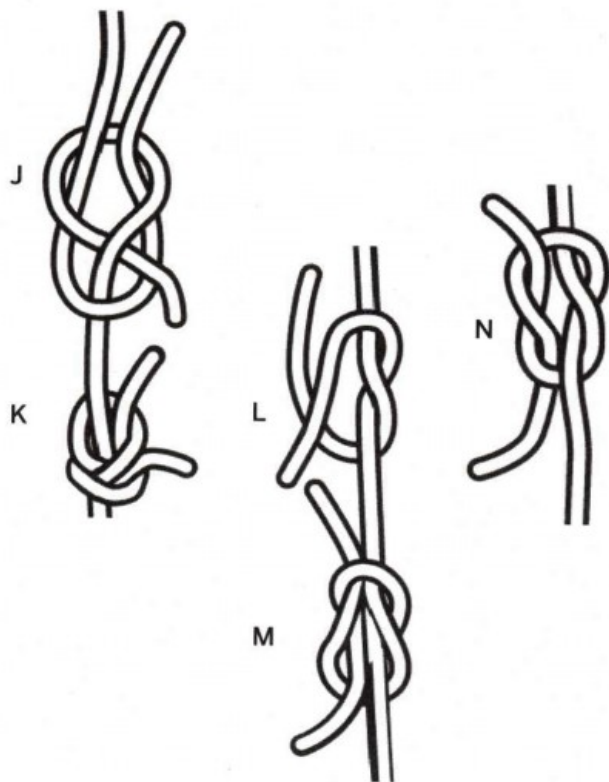


图4

如果你喜欢划船荡桨，这些桨架是很容易制作的。任意一小块木料就够了。但它们会产生相当大的摩擦力和压力，所以木料还是要尽量结实。请确保安全的固定它们。



结绳法

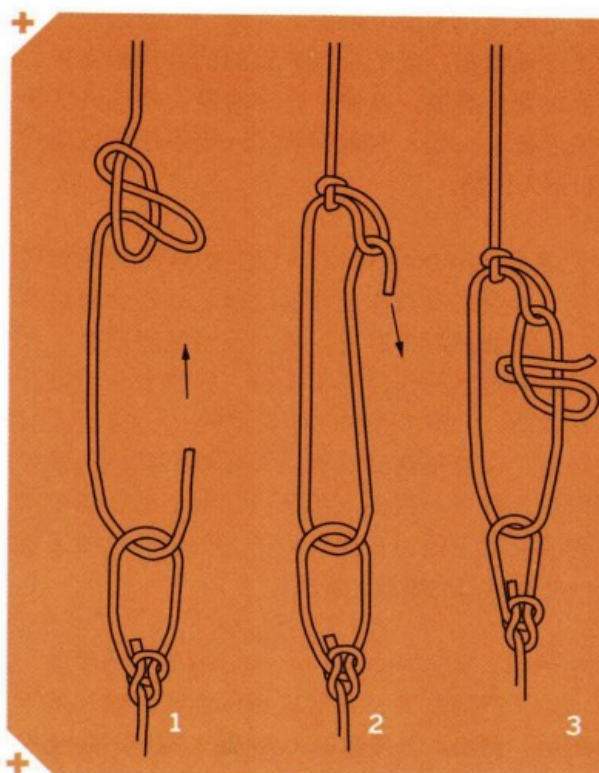
最早开始为水手所用的绳结是“接绳结”，又称“水手结”（见图J和图K）。认真学习这种结法，并且在没有找到其他比“接绳结”更好的结绳法之前，不要使用其他的结法。这个结法是不会变成死结的，而且你可以结入其他的绳子。

平结，也叫作“缩帆结”（见图L和图M），它的好处是很容易被解开，但只能采用相同粗细的绳子而且必须编得很适于用手握住它。

“死绳结”（见图N）经常会被错误地结成平结。这种结的滑落导致了许多的悲剧。我认为死绳结任何时候都是错误的，有时甚至是一种悲剧。不过一位建造独木舟的欧及布藏族印第安妇女倒是跟我说过她用死绳结把劈开了的云杉树根系起来。其他的结子都把绳子折得太多且容易断裂。所以这样看来的话，死绳结也还是有其一定用处的。

想要了解更多的结绳法，请查看网页：

www.realknots.com/knots。



用一个卡车绳套把你的小船拴在你的车顶上：

我从一位名叫吉姆·拉姆的水手那里学会了这些结绳法。这真是一个给人留下深刻印象的小窍门。当人们看到我用这些巧妙方法轻而易举地将一个重担卸下来的时候，他们开始向我询问解决所有难题的方法。

1. 像图1中所示一样，在绳子的一端打一个水手结。
2. 在绳子的固定部位打一个回路圈，然后将绳子的末端穿过水手结后再穿固定部位的回路圈，并把它拉下来（如图2所示）。
3. 像图3中所示一样，打一个蝴蝶结来固定并把它拉紧。

提示：如果你没有车顶行李架，那就把车门打开，把绳子在车顶上绕一圈让车子负载重量。

BEAM入门指南

不需要通过编程，用简单的元件就能设计出
身手敏捷的BEAM机器人。

加里斯·布朗文

20世纪60~70年代，大学校园里兴起创建机器人和人工智能实验室，期望着能够设计出既能思考又能运动的机器人。但研究者们很快认识到，即便设计出能够执行最基本的物理任务的机器人都是一件让人费劲脑筋的事情。例如，它们先辨别出四周物体的位置，然后制定出路线方案，最后完成执行任务（一种“辨别——方案——行动”的体系结构）。尽管在这个问题上更有效的方法是投入更多、更高级的硬件设备，但是即使这样做，小车仍然会在障碍物面前摔倒。然而麻省理工大学的罗德尼·布鲁克斯却从根本上解决了这个问题。他受到昆虫及其他小脑容量动物的启发，研究出这类动物运动的体系结构——设计出一种机器人，能够不用规划运动轨迹，能够直接对周围环境做出相应反应。

实验结果让人们非常震撼：仿昆虫模样的机器人不仅能拥有早先设计的机器人的所有功能，而且只占计算机运作的少量能量。许多机器人研究专家从布鲁克斯的工作中得到启发，其中一名叫马克·蒂尔登的专家对此进一步研究。20世纪90年代早期，他在听过一次布鲁克斯作的报告后，冒出一个想法，是不是可以创造出一种直接“感觉——执行”体系结构的机器人，它们不需要预先规划运动轨迹，省去原有的“规划”环节而直接执行？答案是肯定的，于是BEAM机器人技术诞生了。

“B.E.A.M.”最初代表的是BEAM设计方法的四个基本要素：

生物 (Biology)：与其他科学技术一样，BEAM的设计也需要从自然界寻求灵感。自然界经

过几十亿年的设计、构架和环境适应，这种能量不可轻视。BEAM激励了人们在机器人领域的深入研究。BEAM奥林匹克竞赛每年举办一届，秉着分享与拓宽思路的精神，制作者们愿意与大家分享他们获奖的作品，为的是促进下一届的比赛。因此，人们制作出越来越高端的机器人。

电子 (Electronics)：BEAM技术的一个特点就是灵活组建电子器件。用其他设计者们从来没有尝试过的方式，改变元件的原有用途。这样我们就可以利用家庭电器的芯片做一个音频放大器直接传输数据，或把控制电机的信号反相连接，然后放置传感器，就像一个定时器。将这些次级电路连接在一起，你就拥有了一个不用经过编程的机器人大脑。

美观 (Aesthetics)：巴克明斯特·福莱曾经说：“当我在做具体工作的时候，并不会考虑美观，只想着如何去解决问题。但当我完成时，会发现如果做出的作品并不美观，我也会认为设计并不成功。”蒂尔登和一些资深的BEAM设计人员都知道，设计精制的机器人可以吸引更多的爱好者们投入其中。很多人都努力让他们的作品变得更漂亮美观，因为在他们眼里，他们的机器人就是一件能运动的雕塑艺术品。”

机械 (Mechanics)：与BEAM的电子设计一样，为了提高效率，它的机械设计和制作技术同样高明。例如，大多数BEAM机器人制作时会使用洞洞板，而不用印制电路板，因为这种自由组合的形式，能使相邻的元件焊接得更加紧密。这样



哈罗德·阿尔·纳罗制作的黑虫机器人1.1是马克·蒂尔登制作的著名Vbug1.5的复制品。它使用接收器代替单放机里的电机。更多图片、电路图和视频请点击：raysbeambots.soarbotics.net/harold/harold.htm

既大大节省开支、减轻重量，又能显示制作者的创造力和焊接技术。

还有一些介绍BEAM的关键问题需要详细说明，其中会告诉你们BEAM与其他机器人不同的设计方法。

保持简单、笨拙

BEAM这种简单的设计方式能够解决问题的根本。你瞧这个罗伯萨皮尔机器人就是蒂尔登设计

1.保存 2.自我供给 3.寻找更合适的能量

的机器人玩具，集成了很多BEAM的设计理念。罗伯萨皮尔没有使用数字处理器，但却能拥有工业机器人同样的运动功能，例如索尼的QRIO和本田的ASIMO，但成本却不到100美元。然而，这些高端的工业机器人却没能市场上流行——即使能的话肯定价格不菲。

回收机器人和适当的技术

BEAM也注重重复利用。蒂尔登早期的机器人Vbug1.5，更多的是利用从索尼随身听上拆下来的电机、烤箱里的定时器、废旧的导线制作而不用类似于IC插座的芯片。只有当用便宜又简单的方法解决不了问题的时候，BEAM爱好者们才会考虑使用高端元件。

我用一群无声的机器人打败你一个聪明的机器人

BEAM理念正是这样，布鲁克斯认为一群无声能工作的机器人比一个损坏的聪明机器人要好。BEAM爱好者们憧憬着这样的未来：一群廉价的机器人在清扫摩天大楼、处理垃圾场，甚至打扫你的房子。如果其中一些机器人损坏了或者电池没电了，也没关系；但是如果换成一个成本昂贵的高端机器人摔坏而无法使用，那你就倒霉了！

能保护自己的机器人

只要有可能，BEAM的制作者们就会设计能进行自我保护的机器人。许多有年头的设计者都采用太阳能驱动，目前设计的BEAM机器人或受



1

1. 吉姆·穆林的病毒symet3机器人,是第一种类型(触碰式产生电压)通过电机轴上球顶接受太阳能供电并且拥有六条腿。这使得机器人能四处活动,活蹦乱跳

2. 一群蒂尔登设计的罗伯萨皮尔机器人,它们是商业化的玩具,集成了BEAM的许多设计理念



2

太阳能发动机: 太阳能发动机是一个建立在太阳能电池旁边的电源电路和储存电容。太阳能电池给电容充电,当电容饱和时电容对电路放电来驱动机器人。

太阳能发动机的不同以触发放电方式的不同来区分。第1种使用电压检测触发;第2种使用定时器触发;第3种使用监视充电电流的变化来触发——当充电电流变小时,就表明充电就已经接近饱和了;第4种是根据灯光的变化来实现,一旦机器人周围环境的光线减弱,它就自动打开电源。

太阳能发动机在“Trimet and Solarroller”项目中作为基础动力,在后面文章中提到(参见第61页,另在第63页有一个带注释的电路框图显示了太阳能发动机的基本工作原理)。在这个设计中,使用一个型号为“1381”3只引脚的芯片作电压触发,当电源引脚和接地引脚之间有3.4 V的电压时,它便打开电源和输出引脚之间的连接,向电机提供电能。

双元电路: 很多有趣的BEAM机器人的行为都是由“神经网络”控制,这是一种模拟脊柱中低级周围神经的简单控制电路。神经网络电路里的每个神经元都由定时子电路(1个电阻和1个电容)和1个或多个反相器(逻辑非门)组合而成。由于1个八门电路20引脚的反相器芯片,它能同时支持好几个这样的神经元。

最基本的神经网络包含两个神经元,所以称之为双元电路。当两个神经元相互反馈,就能产生一个振荡信号用于生成有腿机器人的行走步态。双元电路也能控制电机的转向和控制LED产生

BEAM启发设计的机器人需要电池供电,但这种方式能使电池的利用率最高。

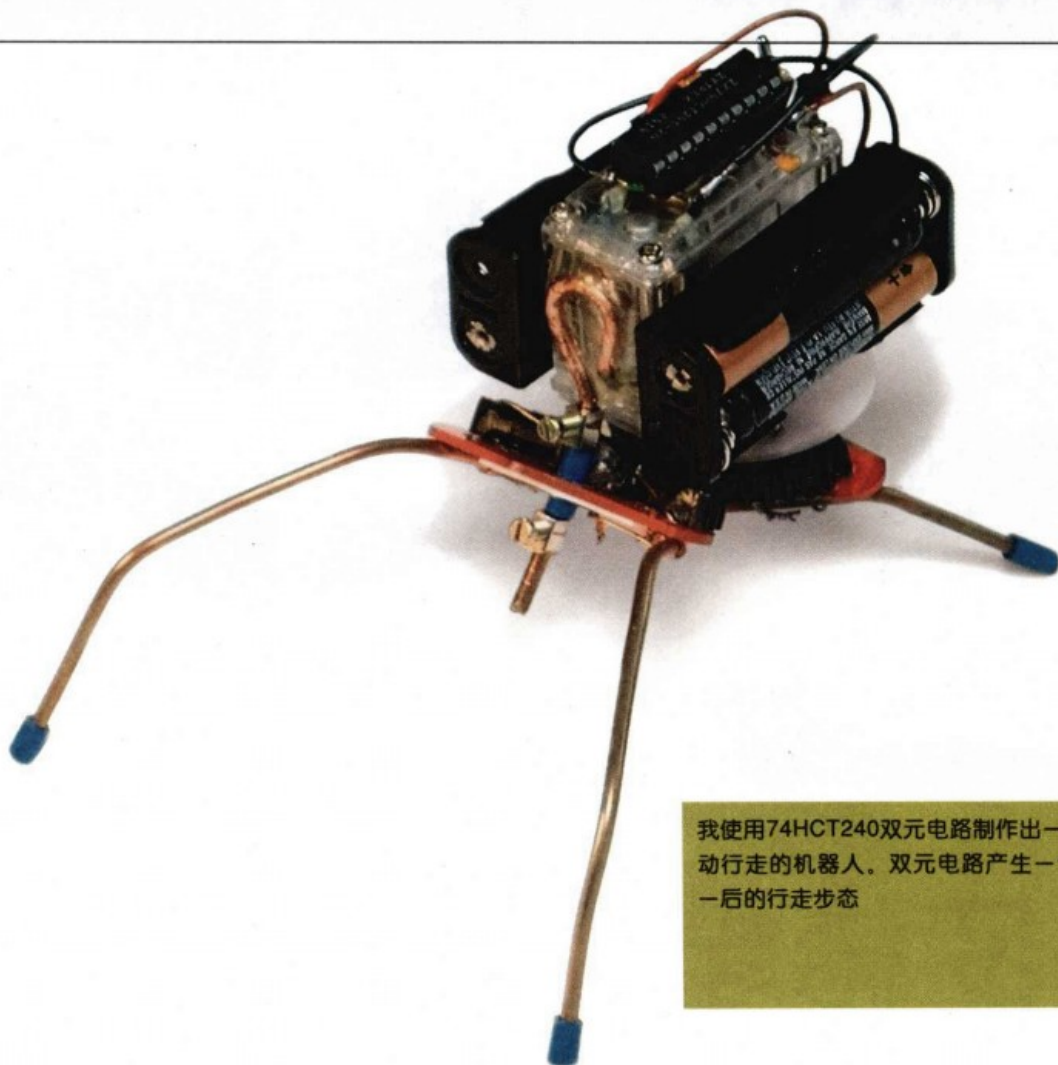
罗伯萨皮尔安装了7台电机,减速箱通过关节把动力传递到邻近的关节,而不是在相邻的关节之间再安装1台电机,所以罗伯萨皮尔的躯干能够随着手臂的摆动而回来旋转。

正是由于这种最优化的设计, BEAM将会成为第一批利用廉价高效太阳能电池电能储存技术制作的机器人。这便为蒂尔登设计的机器人补充了一条定律(暗含了对阿西莫夫机器人定律的回应): 1.机器人必须不惜一切代价保存自己; 2.机器人必须能自我获取能量资源; 3.机器人必须能找到更好的能量(亦指1.保存2.自我供给3.寻找更合适的能量)。

BEAM的基本电路

BEAM以最简单的设计和便捷的操作性而引以为豪。但是也因为BEAM电路太多而无法详述。为了让你能品味BEAM的电子乐趣,我们陈列了两款基本的BEAM电路: 太阳能发动机和双元电路。

照片: 吉姆·穆林(左图)、沃夫·威·托伊(右图)



我使用74HCT240双元电路制作出一个电机和一个靠舵机驱动行走的机器人。双元电路产生一个振荡信号，形成一前一后的行走步态

信号。在第42页可以看到戴夫·普罗克诺设计的潘泽罗德机器人就运用到这种控制技术。

利用蒂尔登设计的74HCT240八门反相器芯片，我制作了一台能简单行走的机器人。制作这种两个神经元的振荡器，你需要将四门芯片焊接在一起，并将这个简单的控制器连接到齿轮发动机上，于是它产生的一前一后的信号就能让这个小家伙行走，甚至可以翻越小型障碍物。

进一步你可以将好几个双元电路连接起来组成“主——从”的工作模式，制作出多电机行走的机器人。控制网络的主双元电路产生节奏并将信号传递到下一个双元电路，串接在各电路间的电阻产生延迟，用于确定机器人行走的步态。

可以在双元电路上安装一个接触缓冲传感器，用来改变电机功率的输出方向，这就能让机器人碰到物体时往回走。方法是将一个接触式缓冲传感器安装在有2个电机、2个双元电路的行走机器人上，你就可以得到一个很酷的机器虫，它不但可以在一个空间中爬行，也能越过一些小型障碍物。仅

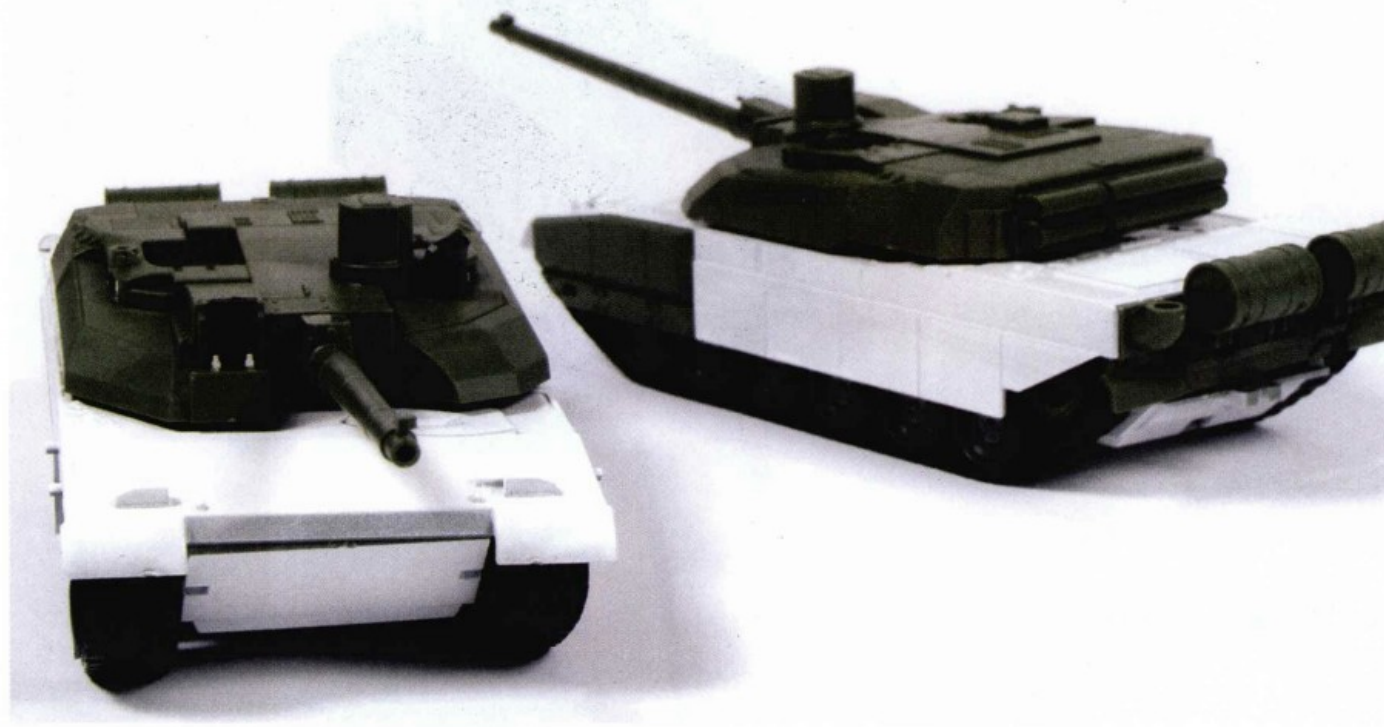
仅需要2个常见的齿轮发动机和少量廉价元器件。

BEAM入门

更多的信息，请通过基础教程查阅太阳能机器人BEAM的设计方法，网址：solarbotics.net/bftgu。也可以查看其他太阳能机器人制作网站，里面包含了大量实物、电路、元件、原理图以及有关BEAM的百科全书。网站上还提供了BEAM的制作元件、书籍、工具和其他相关产品。其中任何一件廉价工具都能让你在实践获得经验。

或者参看戴夫·莱克和马克·蒂尔登写的《垃圾桶机器人、继续昆虫机器人和轮式机器人》（奥斯本,2002），以及我的书《初学者制作机器人的完全手册》（魁北克,2004）。

加里斯·布朗文为《WIRED》杂志和其他出版物撰写关于技术与文化研究的稿件，并且是本书英文版的咨询委员会成员，同时还是Streettech.com电子刊物的主编。



潘泽罗德坦克车

让你成为桌面战斗机器人坦克车的将军！

戴夫·普罗克诺

欢迎来到一个由机器人战士决斗决定它
们人类司令的政治权力的未来战场，
机器人已经取代了士兵，战场上人员伤亡已成历史记忆！是的，开始我们的这个梦想吧！

实际上，明天的场景就在眼前，只是精简了。看吧，潘泽罗德，机器人坦克一直战斗到牺牲——一个LED闪烁代表的死亡。战场在哪里呢？就在你的厨房地板上。虽然精简了，但是战斗却是真实的。最好不过的是，这些坦克车不用挪用你的国库，最多50美元，你就可以建造出两辆决斗的坦克车。

建造一个潘泽罗德，你只要从一套电动坦克车模型开始，将一个叫做“双元电路”的控制器和一个LED红外发射器闪光灯装上去就可以了。你需要得到的仅仅是一个能定位、能行驶、能“杀死”其他有着相同装备的坦克车。以下就

是我如何制作我的坦克车。

一个机器人黑客的喜悦

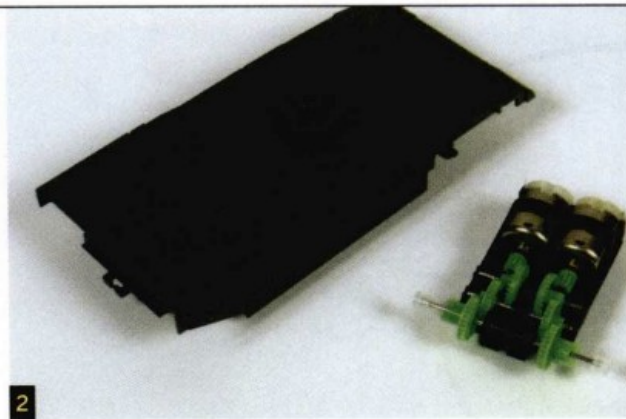
我使用的是阿卡德米模型出品的法国陆军的勒克莱尔主战坦克套装，每个坦克我只花了16美元。在机器人模型中，这个价格是最实惠的了。从里面拿出两个有完整齿轮减速箱的电机，整齐地放在能固定牢固的支架上。就算你不是制作一个行驶机器人，这个套装里的电机或齿轮也有别的用处。

第一步是按照套装介绍里所描述的那样组装坦克模型的塑料支架。但在你把遥控器的电线连接到电机上之前，你得先停一下，这一步正是潘泽罗德坦克车诞生的时候！不要把电机连接到遥控器上，而是把它们连接到你用双元电路搭建的机器人“大脑”上。

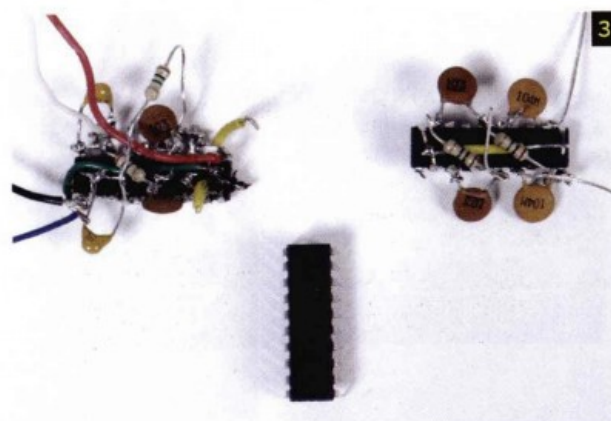
照片：戴夫·普罗克诺



1



2



3

1. 阿卡德米模型勒克莱尔主战坦克套装包括电机和齿轮减速箱，对机器人黑客来说，简直太便宜了
2. 勒克莱尔主战坦克不用胶水就能组装在一起，所以很容易把电池放进去
3. 每个潘泽罗德坦克车有两个悬挂着的双元电路“大脑”，它们是基于TI公司74AC240芯片制作的

两种不同的“大脑”

下一步是如何制作你的机器人“大脑”，这有很多不同但效果相同的方法，我在这里就不多解释了，你可以查看第45页侧边栏“计划与资源”以获取一些很好的建议。每个坦克车需要两个独立的双元电路，一个区分和调节电压（0~5V）控制坦克的运动，一个控制坦克的机枪——安装在炮塔里面的红外LED闪光灯。

我制作的双元电路是基于八进制缓冲反相器芯片74AC240的。不过，还需要一些普通的电容、电阻、光敏二极管和一些LED。这些电路的制作都很简单。还有，就是两个坦克车的双元电路大脑总共只花大约6美元。

闪光灯双元电路 VS 电机双元电路

潘泽罗德坦克车的闪光灯双元电路控制器里，悬着的电阻就是大部分双元电路原理图里的普通电阻。但是控制电机的双元电路里就有了一些变化。在安装电阻的那个地方，你需要用一对串联但安装相反的光敏二极管代替。这两个光敏二极管有着电阻一样的功能，依靠接收到的红外线的强度，它们还能交替地调整两个电机的功

率，这就是为什么坦克车能定位，并能向着红外信号最强的方向行驶的原因。

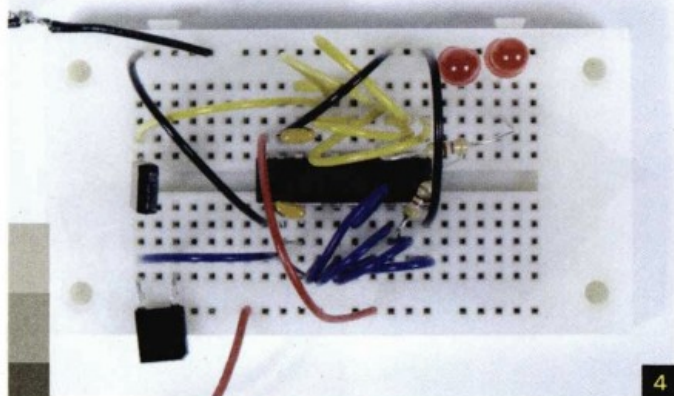
在焊接我的双元电路之前，我在面包板上做了一些测试。临时将两个红色LED连接到控制电压上。每个双元电路有四个连接点：电源、地以及两个控制电压。在我使用的74AC240芯片上，它们分别对应第20、第10、第9和第12引脚。

制作过程

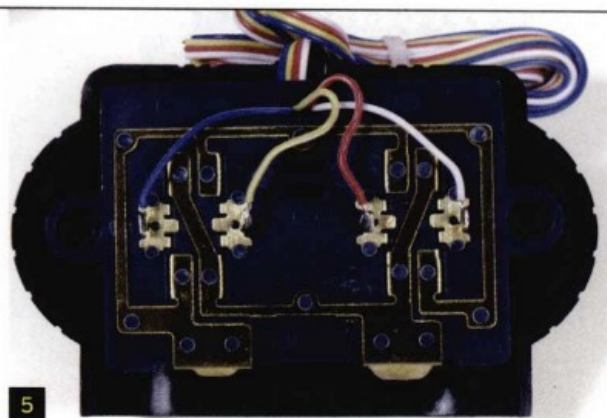
一旦完成了双元电路的制作，你就可以把它们装进去了。每个阿卡德米模型勒克莱尔主战坦克套装里都有一个遥控器，我们要用它的电线把电机连接到双元电路大脑上。打开遥控器，从电路板上拆下四根线（蓝、黄、红和绿）。

把刚刚拆下来的四根线再焊接到两个电机的四个接线端子上。白线焊接到左边电机的上端子（地）上；蓝线焊接到右边电机的上端子上；剩下的红线和黄色分别焊接到左右电机的下端子上（电源）上。然后把这个排线剪掉大约18英寸，并在另一端把线分开，剥皮，以备连接。

努力把这2个双元电路大脑挤进坦克车的炮塔里。把使用电阻的双元电路连接到位于炮塔左边的红外LED上，用于控制电机的两个光敏二极管放在相反的位置，即右边。然后将电池盒的线一直拉到上面的炮塔里给双元电路



4



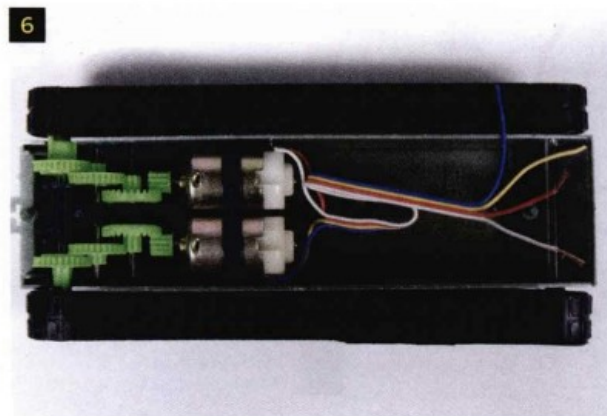
5

4. 在面包板上用于测试的基本双元电路（来自《垃圾桶机器人、昆虫机器人和轮式机器人》，第288页）电阻LED组合用来模拟电机，左边黑框就是光敏二极管

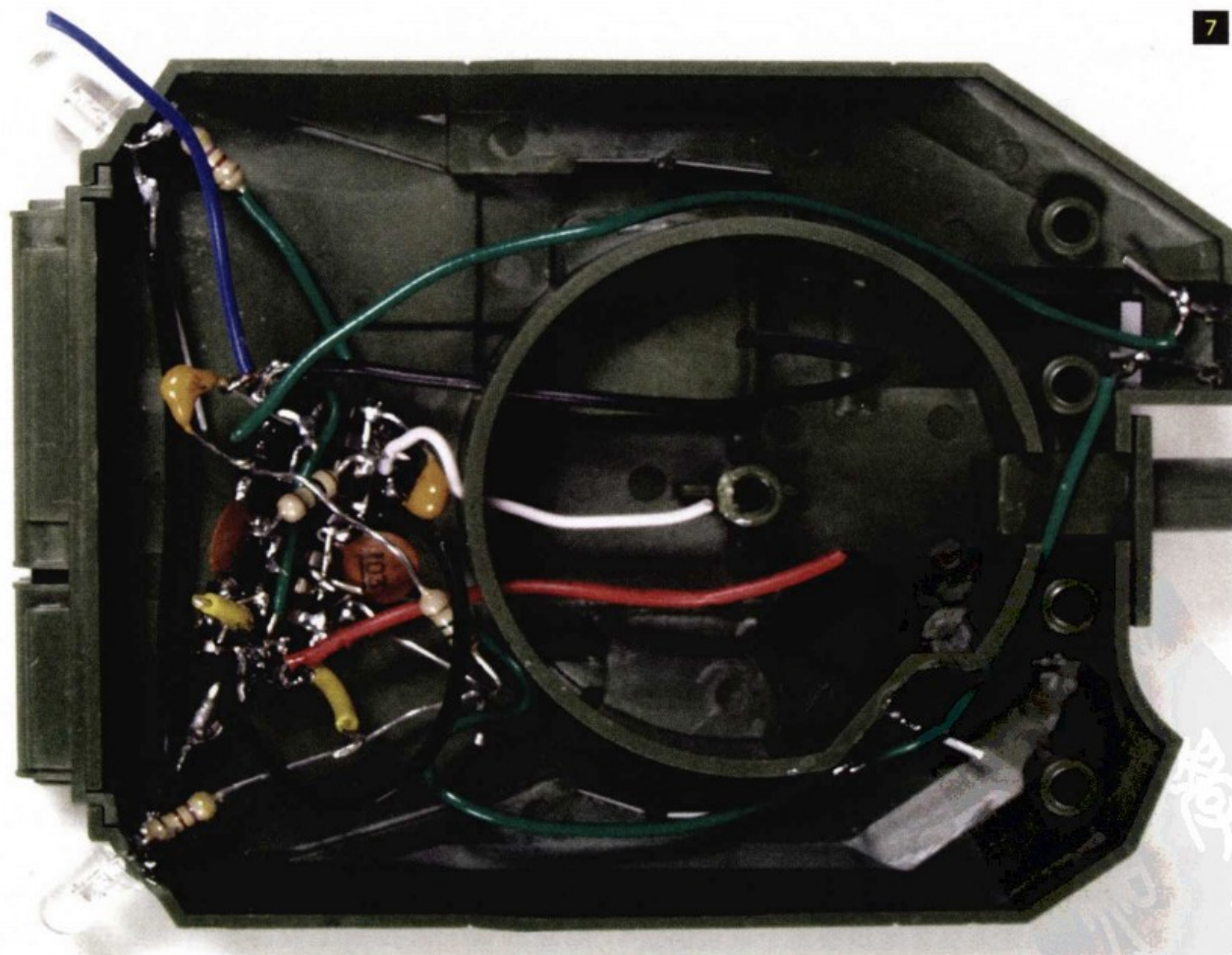
5. 在遥控器里，4根要拆下来的线

6. 焊在电机上的线，另一端要连接到炮塔中的双元电路

7. 安装在炮塔里主要的双元电路大脑（同样来自《垃圾桶机器人、昆虫机器人和轮式机器人》，第278页）。一个连接到左边的2个红外LED上，另一个连接到右边的电机和光敏二极管上



6



7

供电。电源正极线接到每个芯片的电源引脚（第20脚），电源负极线接到芯片的地引脚（第10脚）。

确定如何安装光敏二极管和LED闪光灯。为了让红外光敏二极管更加灵敏，两个光敏二极管必须相互隔开。我把它分别从炮塔两个不同的地方穿出去，一个靠近炮塔的塔身，另一个在边上。另外，我把LED闪光灯安装在炮塔后面的两个角落里。

连接双元电路的输出端。对于控制红外LED闪光灯的双元电路，把芯片的输出引脚（9脚和12脚）连接到两个LED红外发射器的阳极，然后将LED的阴极接到地上。对于含有光敏二极管的控制电机的双元电路，把左边电机的电源端（即遥控器的红线）焊接到芯片的第9脚；右边电机电源端（即遥控器的黄线）焊接到第12脚；电机的地端（白线和蓝线）都焊接到地上——芯片的第10脚或电源负极。最后，把坦克车装好，接上电池，让它跑一圈。在双元电路的控制下，坦克会绕着圈子寻找红外光源。

巴顿与隆美尔之战

现在，让我们来看坦克车的战斗吧！每个坦克车都会从背后发射红外脉冲信号，同时，它又努力向另一个红外发射源行驶——也就是朝着另一辆坦克背后的红外发射管开过去。

坦克车会对红外光强度、电池强度、环境光照、障碍物以及其他一些因素作出反应而旋转，如果一辆坦克检测到了另一辆坦克，它就会直直地冲过去！第一个锁定最长的时间，并把另一个撞倒的就是获胜的潘泽罗德！死亡，机器人，死亡！

不过，强光照射会影响到你的潘泽罗德坦克车比赛的表现。所以，如果你不想让它们跟阳光战斗，你应该把你的机器人战士放到光照比较阴暗的大房间里。

戴夫·普罗克诺经常为本书英文版写稿，而且还在25本非虚构书籍中屡获殊荣，包括最佳畅销书《PSP黑客》、《Mods》以及《展望》（麦格劳·希尔，2006年）。在pco2go.com上，你可以学习他更多的作品。

关于双元电路

双元电路是由马克·蒂尔登发明的，他是BEAM机器人技术之父，他还创造了罗伯萨皮尔机器人。在早期使用电子技术模拟动物神经网络的研究当中，蒂尔登开发了NV神经元——一种使用一个电阻-电容（RC）延时器和一个反相器构成的可以减慢电信号的简单电路，在这个电路里，电信号按一个很低的速度传播，这让电流接着与生物系统同样的速率变化。再给它一个“反射”的速度，它们就能很好地控制受惯性约束的物体，比如电机和轮子。

蒂尔登和其他人一起，把这些NV神经元组成网络，起初，他起名为“超低速传播人工神经系统”（VSPANS）。现在他们称之为“神经网络”，人们再在NV“神经元”前面加上数字，一个包含两个NV神经元的网络叫双元（电路），包含三个的就叫三元（电路），等等。

我们的潘泽罗德坦克车的控制器就是使用了一个芯片制作的含有两个串联神经元的电路，中间悬着一个电阻，所以就是“悬挂双元电路”。隔开两个神经元的电阻提供了一个能产生来回电流的“虚拟地”，于是，振荡就产生了，它可以驱动很多电路，包括坦克车的电机和红外闪光灯。

计划与资源

你可以通过下面任何一个资源学习关于制作双元电路的知识：

* BEAM在线：makezine.com/go/beamonline

* 戴夫·莱克和马克·蒂尔登的著作《垃圾桶机器人、昆虫机器人和轮式机器人》（麦格劳·希尔，2002年）（在前面BEAM设计方法里说这本书是奥斯本的）。任何对BEAM感兴趣的人，这都是必读的“宝典”。

对了，你还可以从太阳能机器人网站（solarbotics.com）上购买一个双元电路的PCB实验板（产品号#BEP，价格35美元）。

坦克模型来源

如果你渴望将一个电动坦克模型制作成一个机器人，这儿有三个厂家生产合适的坦克模型套装。你还可以从中队爱好者网站（squadron.com）和高塔爱好者网站（towerhobbies.com）在线订购。

* 阿卡德米（academyhobby.com）：1:48韩国套装；普通机器人爱好者的最好选择。

* 微型X技术（dragonmodelsusa.com）：1:72香港套装；微小、精细的套装，需要很高的组装技术。

* 塔米亚（tamiyausa.com）：1:35和1:16日本套装；非常出色的质量，适合技术精湛的玩家。

机器人速成

设计乐高机器人的基本要点

迈克尔·罗森布拉特

制作乐高机器人对我来说是小菜一碟。

我从2002年在美国海军研究所进行机器人搜索救援演示的工作时就开始弄这个了。当时我被委任进行机器人搜救领域最尖端的仿真动作机器人研究。因为预算和时间比较吃紧，所以我打算使用乐高积木和自己焊接的部件来制作真正可用的搜索机器人。在我的构想中，这两个机器人应当具有一定的耐用性并且有足够的马力以攀爬陡坡和模拟台阶，上面装一个云台摄像头，并且最有挑战性的是在上面还要携带一个小型的“侦查”机器人。

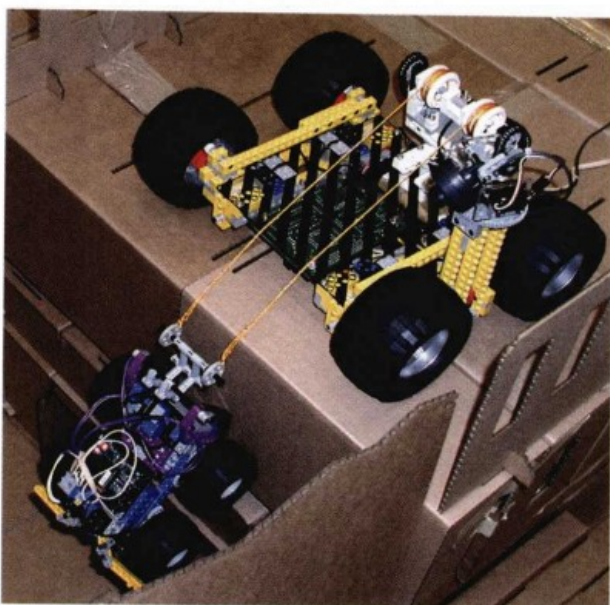
也许乐高粉丝们不喜欢像我这样为机器人添加其他的部件和自己焊接的零件以达成功能性和减轻重量。在文章中笔者还分享自己在制作机器人过程中的十个小技巧，希望能对大家有所启发。

1. 使用竖直贯穿螺栓进行加固

理由：想要使结构更坚固，使用更多的乐高积木是方法之一，但是如果使用螺栓的话结构会更加稳固并且使用的空间更少。

材料：4号40码机器螺钉、螺帽和垫圈。

步骤：在乐高积木连接处的钮上钻直径为1/8英寸的孔。使用垫圈将螺钉穿过孔将两块积木连接起来。注意不要把螺钉装得过紧否则会使乐高积木断裂。

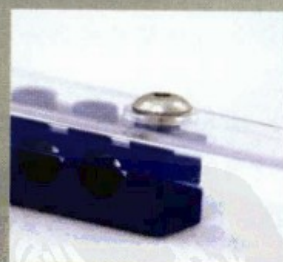


2. 在安装非乐高积木的零件时使用机器螺钉连接

理由：可以使乐高积木与任何体积的部件连接，同时具有较高的稳固性。

材料：6号机器螺钉、6号垫圈、各种尺寸的平板材料。

步骤：在平板材料上设计需要的位置上钻孔。在对应的乐高积木的钮上钻直径为1/8英寸的孔。大号的机器螺钉能够紧密地插入凹下的乐高积木中以便于安装平板。同时小心不要用力过大损坏零件。



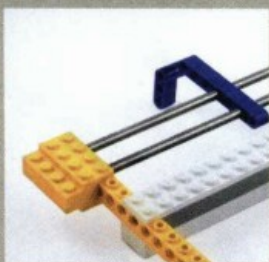
照片和图解：罗宾·塔费尔

3. 使用工艺品商店购买的铝管来制作滑块机件

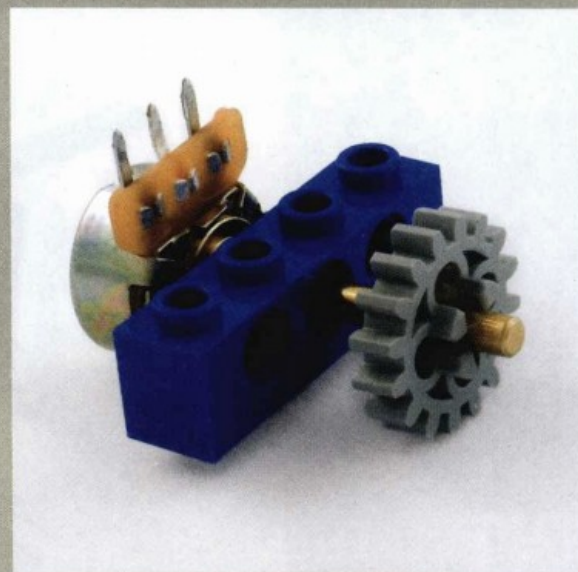
理由：相比塑料轴，铝管制作的乐高积木滑块机件要长得多。

材料：金属管或金属杆，直径3/16英寸，工艺品商店有售。

步骤：将金属管或金属管切割成自己需要的长度。使用乐高扁平件、细绳和滑轮或弹簧驱动。



4. 安装便宜的旋转传感器（译码器、电位计、旋转开关）



理由：使用许多便宜的传感器直接连接乐高机器人。

材料：各种底座直径1/4英寸顶部直径1/8英寸的旋转传感器。16T乐高齿轮。

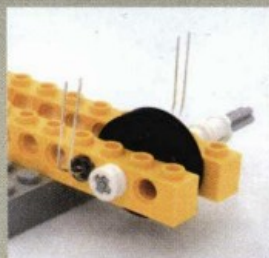
步骤：在乐高长积木上钻一个直径为15/64英寸的孔，将传感器装入孔中，注意要将顶端安装在孔的正中央。然后把16T齿轮装在传感器顶端。如果16T齿轮在和传感器的连接处有滑动，可以使用热凝塑胶固定。

5. 使用发光二极管和光敏元件自己制作乐高编码器

理由：价格便宜、结构紧凑的旋转传感器。

材料：T-1发光二极管3/4尺寸，T-1光敏二极管3/4尺寸。乐高滑轮、细杆积木。

步骤：将LED灯和传感器装到细杆积木上，让滑轮旋转。在传感器运转时需要模拟控制器读取输入值。

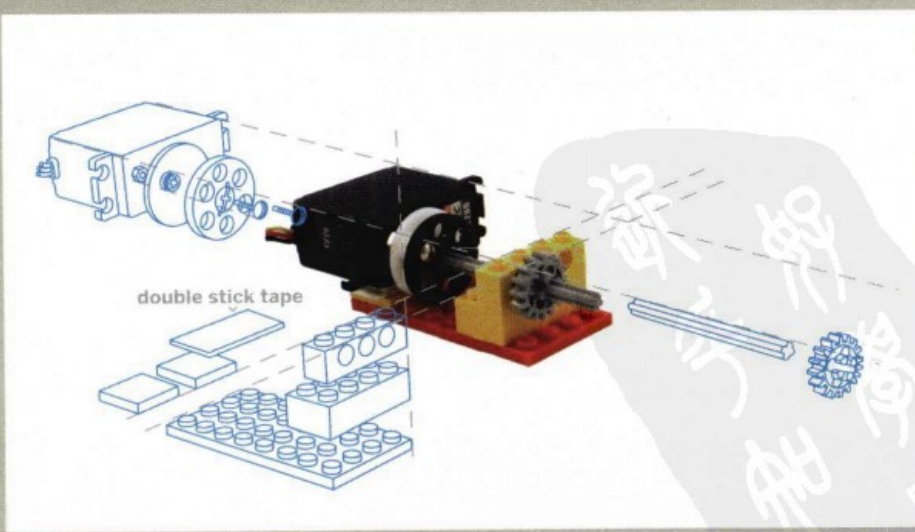


6. 使用带有水平轴的伺服系统驱动乐高齿轮组

理由：使用自制伺服系统驱动齿轮组。

材料：R/C电机伺服系统、4号40码螺钉、螺帽、垫圈、乐高皮带轮、乐高细长积木、双面泡沫胶带。

步骤：将伺服系统用胶带与乐高平板连接。使用垂直锁闭乐高积木进行加固。为保证伺服系统能够驱动乐高齿轮组，应该将伺服系统的驱动输出端与乐高细长积木的孔对齐。在伺服系统传动头上装上一个皮带轮制成连轴器。



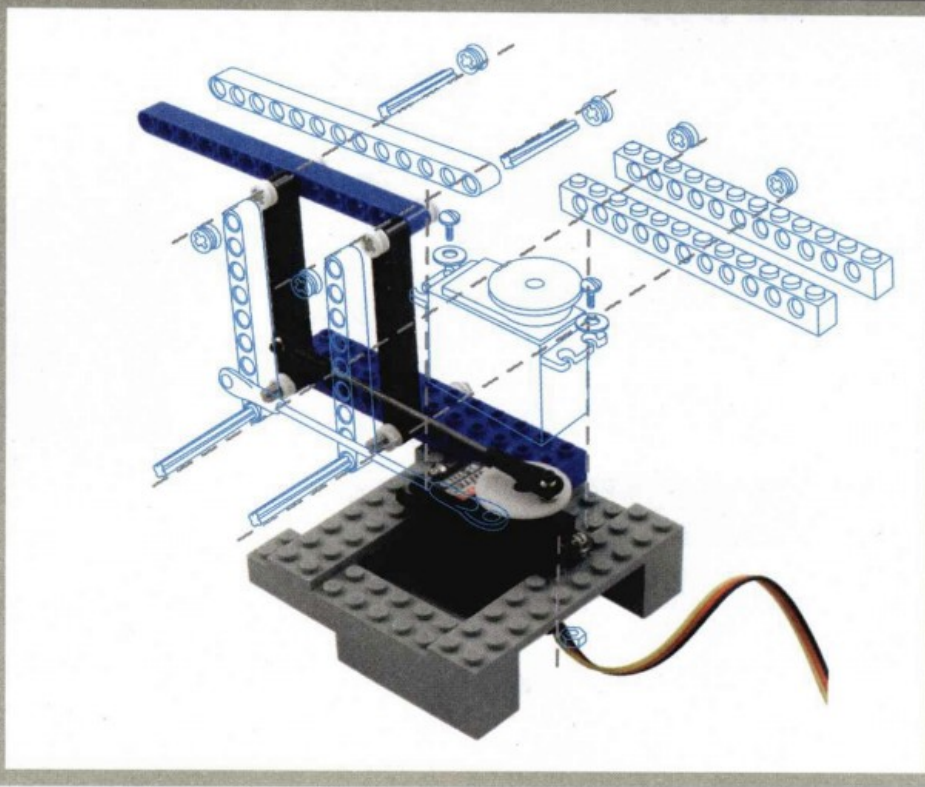
7. 在垂直方向安装伺服系统以通过联动装置驱动机构

理由：使用伺服系统基本上能驱动任何部件。

安装材料：4号40码螺钉、螺帽、垫圈、驱动头、2号56码球状旋转接头或球窝接头、2号56码螺杆。

安装步骤：在伺服系统上安装机构。安装螺栓参见前面第2条。

安装传动杆的步骤：在伺服系统驱动端安装一个球形接头。将另一个接头与对应的乐高零件相连。



8. 向乐高机器人上安装印制电路板和电路

理由：减少不必要的附件，节省空间。

材料：热黏结剂和分散机或3M双面泡沫胶带。

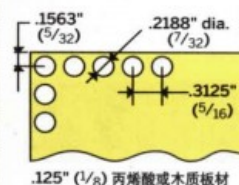
步骤：在乐高积木有凸起的一面安装印制电路板时需要使用黏结剂。在平的一面（侧面或没有凸起的面）安装时3M胶带最实用。

9. 制作与乐高积木凸起对应的丙烯酸或木质板材

理由：使用自定义尺寸的板材为乐高积木构件添加功能性和附加结构。

材料：丙烯酸板材，铝质或榉木皆可。

步骤：根据给出的各个面示意图在Adobe Illustrator或CAD中设计包装，然后用钻床、钢丝锯以及带锯进行制作，或者把你的设计图交给有激光器和液压切割机的工厂制作。

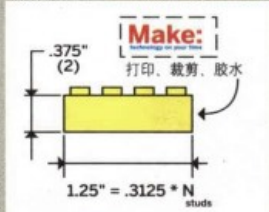


10. 向乐高机器人上增加图画

理由：向乐高积木的光滑一面添加图案。

材料：纸（照片纸或透明纸）、3M喷雾器、喷墨打印机。

步骤：将自己的图案设计成适合乐高积木外形的形状。打印并剪出来。在图画的背面涂上胶水，按到积木的光滑面上。



+ 材料清单见makezine.com/06/lego。

本文是受弗雷德·G·马丁1995年《乐高设计的艺术》启发而写的，详见handyboard.com/techdocs/artoflego.pdf

迈克尔·罗森布拉特从麻省理工学院媒体实验室毕业后在苹果电脑公司担任程序经理一职。他同时是inventionDB.com的创始人，该网站帮助设计师和工程师进行工程项目的记录。

齿轮和鸡尾酒

记智能大会上的机器人酒吧服务生

考瑞·多克托罗

这是一个会调制莫吉托鸡尾酒的机器人，酸橙汁顺着螺旋滑落的长长的钢铁滑块流下，来到一个将果汁流入玻璃杯的机器中。然后，叮当作响的链条传动装置将玻璃杯移动到各个机器下面：薄荷配制机、将薄荷叶和酸柠檬汁配成朗姆酒的搅拌棒、糖浆冰块和苏打的分配机。机器人的身上布满了焊点、电线和露在外面的逻辑电路。

这是前计算机数控技师罗伯特·马丁第三次带着他的莫吉托机器人参加一年一度的维也纳智能大会了。在那里他和其他的机器人专家们展示自己制作的各种各样的“鸡尾酒机器人”——它们能够配制并倒酒、点烟，更重要的是能够和同行进行交流。与会者是来自世界各个地方不同专业的人士，有硅谷的专家，也有纯粹来喝酒的爱好者。

莫吉托机器人并不能完全配好一杯酒，但是总有很多人围观它。它是如此漂亮、如此不实用，而且它静止不动时比运转起来要有趣得多。“来这里就是来看这些失败的产品和交流互

动。”乔汉斯·格伦斯夫瑟说道。他是维也纳的一个科技艺术组织Monochrom的成员，该组织和另一个科技创新组织Shifz共同举办了这次大会。

马格纳斯·伍兹纳是Shifz的领导人，他带着我走过两个遥控着机器人进入人群给人们分发花生米的小孩子。大厅的那边是脑电图遥控赛车——控制者喝得越醉，玩具车跑得越快。边上的酒吧，一个电子机器人小动物正对着鸡尾酒的杯子不停呕吐。

酒吧的后面是迅雷一号，一个大型的商业调酒机，它有着液晶显示界面和盘根错节的电线，想要清洁的话可能要费一番工夫。在嘈杂声中，伍兹纳指着它大声地对我说：“如果我们不加以干涉的话，迅雷一号就是鸡尾酒文化的最终归宿。这与美学和嘲讽无关，高效率是鸡尾酒机器人和鸡尾酒文化的终极目标。”

考瑞·多克托罗 (craphound.com) 是《分裂的商业机构》一文的作者。

照片：雅各布·阿普尔鲍姆/Jacob@appelbaum.net

维克斯机器人设计系统

预制机器人制作套件使自己的机器人拥有更多功能和更强大的设计。

加里斯·布朗文

喜欢制作小玩意的极客们开始相信只要是与Segway的发明者迪恩·卡门有关的产品肯定是非常创新，有点炒作过度，而且贵得离谱。维克斯机器人设计系统（vexrobotics.com）就是这个样子的。由Radioshack专卖。该系统由卡门的福斯特机器人竞赛（www.usfirst.org）发展而来。

维克斯诞生于卡耐基梅隆大学的机器人技术学院，而乐高头脑风暴机器人设计系统则在麻省理工的机器人研究和竞赛中得到完善。和乐高一样，维克斯具有友好的界面和无限的用户体验以及大量的相关网络资料。

维克斯机器人设计系统初级套件的价格虽然是299美元，但是还是让人觉得物有所值（当然附件除外）。炫酷的携带箱中装了超过500个零件，其中包括3个齿轮电机、1个伺服系统、各种轮胎和轮毂、14种不同的齿轮、1个微处理器模块、1个可以更换频率晶体的无线电接收模块和非常好用的6频道无线电发射机。

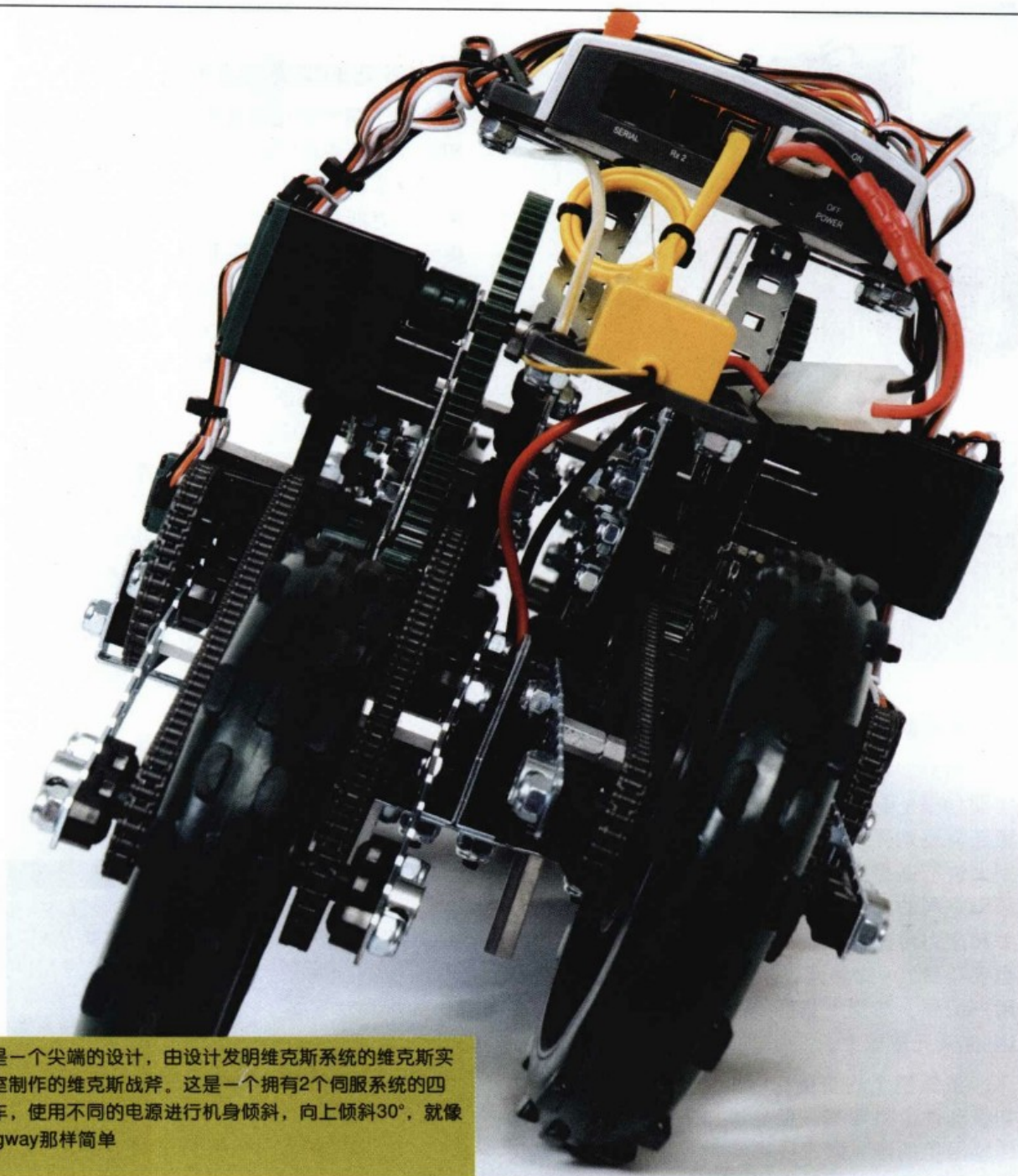
如果说头脑风暴系统集乐高机器人之大成，那么维克斯则是伊莱克特和梅卡诺的终极武器（两者皆为北美的玩具厂商，译者注）。主要的建造元件有冲压钢梁、轨道、角形构件和面板，还有与之对应的螺帽、螺栓、垫圈以及其他硬件。而构件之上则布满了方形孔以实现在各个位置都可以进行部件连接。初级套件还包括了4个传感器：2个限位开关和2个压力传感器。

入手维克斯后进行的第一件事是装配活页夹。维克斯套件附带的用户指南由一个D型环活页夹和一叠可以自己整理的活页文档组成，其中的内容包括制作初级机器人以及其他套件的细节。在每个标签章节中都有很棒的相关知识的入门教程，包括机械工程、电子技术等其他制作机器人所需的专业知识。这个用户指南也是考虑非常周到，当你购买了附加的系统配件时，附带的手册文档是全部打好孔的，方便装订。手册中所有的章节都根据元件使用了不同的彩色编码——银色是结构材料、绿色是动作元件、红色是传感器等。所有这些颜色编码方便初学者更好地理解机械和电子附加系统以及它们之间的相互关系。附加系统和元件的产品包装箱也使用了类似的颜色编码。

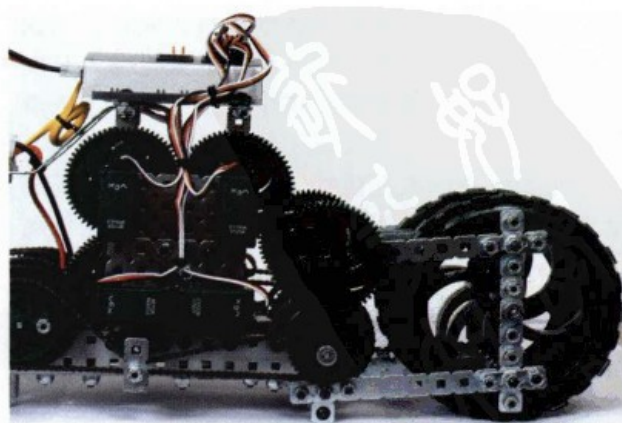
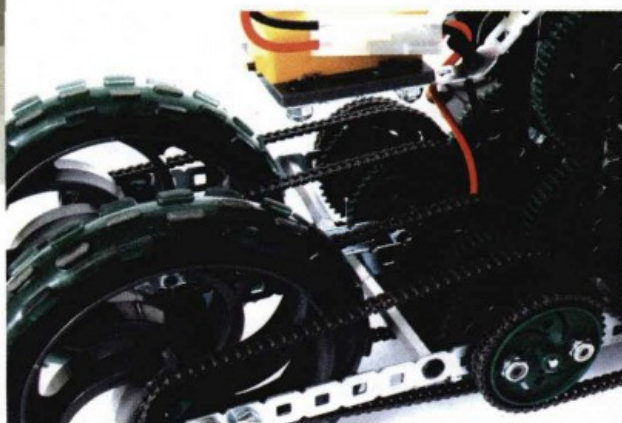
如果说头脑风暴系统集乐高机器人之大成，那么维克斯则是伊莱克特和梅卡诺的终极武器（两者皆为北美的玩具厂商，译者注）。

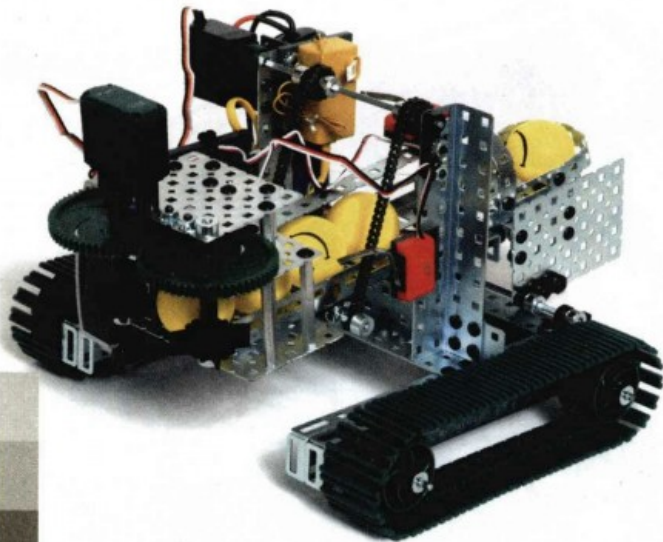
添加附加组件

使用附加组件能使维克斯系统的体验提高到一个新的层次。虽然花了那么大一笔钱买来了初级套件中的那么多零件，不过如果没有附加部件的话，大家还是体验不到真正完整的机器人。尽管初级套件中包含了无线电远程控制功能以对机器人进行操作，但是其中的微控制器的编程空间还是很小的，只能使用各种跳线组和小按键来开关已经布好线的电路。要想进行真正的编程，我



这是一个尖端的设计，由设计发明维克斯系统的维克斯实验室制作的维克斯战斧。这是一个拥有2个伺服系统的四轮车，使用不同的电源进行机身倾斜，向上倾斜30°，就像Segway那样简单





维克斯实验室的遥控乒乓球机器人使用蓄电池机械臂能抓起7个乒乓球，然后使用弹簧击发机构一个个丢出去

们还需要购买一个编程附件套装（99美元）。

另外，初级套件中包含了一个电池盒，但是需要14节5号镍镉充电电池，如果想使用附加电源还需要购买维克斯电源组（50美元）。而想和别人进行遥控机器人竞赛时，则需要购买与别人频率不同的发射晶体（50美元）。数量有限的开关和压力传感器也会经常损坏，更换新的传感器也要花费20~50美元。所以一个完整的可以进行用户编程、与别人竞赛的维克斯系统的费用将高达500美元或以上。

虽然整个的花费比Radioshack宣传中提到的初级套件价格要高，但是添加了编程套件和附加传感器组的维克斯系统确实物有所值。在乐高头脑风暴机器人系统问世之时，乐高公司惊奇地发现，这个系统不仅是作为教学用具大受孩子们的欢迎，另外还有机器人爱好者、专业机器人开发人员、原型机制造者均对这个新事物产生了浓厚的兴趣。不过他们也发现了乐高机器人系统的不足，比如乐高积木连接的稳定性不足、设计受制于乐高积木的空间。而维克斯元件提供了比乐高系统更多的自定义设置选择。所有的连接处都使用了螺栓—垫圈—螺帽的稳固结构，而且我们还可以弯曲和切割元件。这使维克斯系统能够适用于儿童制作甚至专业开发的不同需求。

多才多艺的维克斯系统

为了演示维克斯系统的功能性，战斗机器人和流言终结者组织的成员今原真申使用维克斯仿制了《我，机器人》电影中的战斗机器人。他使用了维克斯初级套件、编程套件、履带套件（30美元）以及超声波测距套件（也是30美元）。具体介绍文章见makezine.com/go/vexrobo。

同样是战斗机器人和流言终结者的杰米·海耶曼使用维克斯系统不务正业，他使用无线电控制系统和微控制器单元为客户制作了一组由电脑控制和遥控的碰碰车——既便捷又便宜。

维克斯系统提供了很棒的黑箱之外的操作体验，元件也比乐高的要健全。另外维克斯还具有多功能的微控制器和简易便捷的图像编程环境（基于EasyC语言）。维克斯将建筑玩具的简便和发展中的计算机技术相结合。再加上已经拥有无数用户的福斯特社区，这一机器人系统还具有很大的发展空间。在Radioshack购买附件也很方便。

破解维克斯微控制器？

相比于乐高头脑风暴机器人设计系统，维克斯的使用者们并没有花费太多的时间就完成了对维克斯系统的微控制单元的破解以了解如果制作相匹配的端口。维克斯系统简单说来比第一创新公司（ifrobotics.com）的福斯特机器人制作系统更简单、更便宜也更商业化。而且维克斯的微控制单元使用了和老版福斯特机器人技术控制系统相同的PIC 18F8520微芯片处理器。

这意味着如果你能为维克斯微控制单元制作串行接口电缆，那么你也可以使用已有的福斯特机器人技术控制系统软件比如IF1加载器（免费）以及微芯片的MPLAB IDE和C18编译程序（60天试用）向维克斯中上传代码。

不过至今还没有人成功做到这一点，而针对这个的讨论在维克斯和福斯特的官方网站正如火如荼地进行着。这样的编程能否实现也许就是时间问题。另外在makezine.com/go/vexhack也有关于调查微控制单元串行接口引脚引线的初步讨论。

加里斯·布朗文是第38页《BEAM入门指南》和第60页《BEAM机器人》的作者。

迷你火星漫游者



无线遥控轮式摄像机

汤姆·茨莫曼

当我在学校上课时，我跟学生们提到火星漫游者，一个在火星表面漫步着的携带摄像头的遥控机器人。然后我告诉他们会有机会去操纵这样的机器人。当然，也不完全是。我拿出了一辆遥控卡车，上面装了一个无线摄像头，在前保险杠上安装了磁铁。然后我把许多空罐头放在地上让学生们使用遥控卡车来收集它们——就像火星漫步者那样，只不过是使用罐头代替石头。听起来很简单，是吧？这就错了。他们只能通过摄像头在电视屏幕上对周围环境进行观察，他们现在觉得在这样和摄像机一样狭窄的视角中遥控汽车也绝非易事。

当然，大家也可以自制火星漫游者。下面是

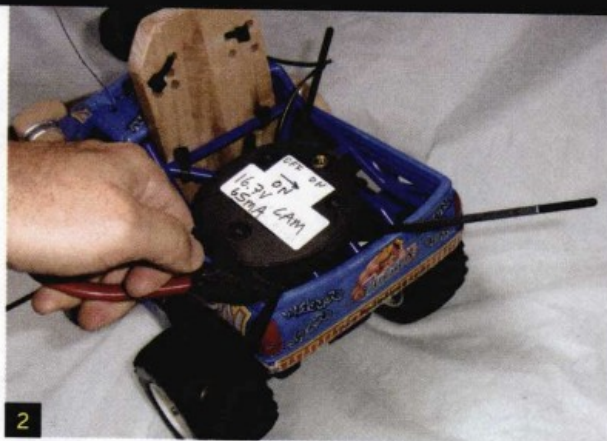
整个的做法，花费不到150美元和几个小时的时间就可以完成。主要的元件有遥控卡车和X10无线摄像头和接收器。需要用到的工具是手电钻、对角切割器、锯子和剪刀。而且让人大跌眼镜的是，整个项目难度最大的地方是安装磁铁。

测试摄像头

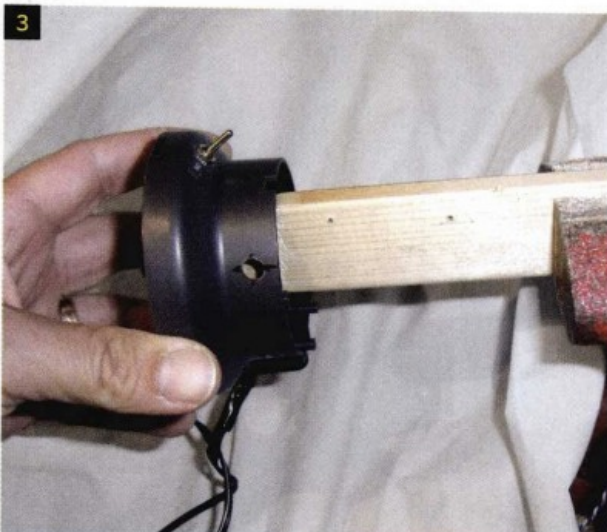
在开始钻孔之前，必须要确保摄像头能够正常工作。在摄像头的电池组中安上4节5号电池，然后把接收器通过视频音频线和电视机相连（如果电视机没有分开的视频和音频插孔，把无线电输出端插入天线输入端即可）。使用摄像头和接收器上的小滑动开关将它们设到频道1上，如果信号不好的话可以尝试其他的



1



2



3

材料

无线摄像头和接收器 型号X10 XCAM2, 80美元
 电池组 X10 XCAM2 电池组, 20美元
 远程控制适配器视频/音频线 12英尺长, Radioshack有售, 编号15-1512, 15美元
 遥控卡车 足够大以便于携带摄像头和电池组 (各大玩具店有售)
 磁铁 (28个) Radioshack有售, 编号64-1888, 5个2.60美元
 对角切割器 Radioshack有售, 编号64-2951, 5美元
 硅胶填圈 Radioshack有售, 编号64-2314, 3.20美元
 5号电池 用于电池组
 手电钻和1/4英寸钻头 用来钻塑料和木头
 绑线 (6根或更多) 宽度小于1/4英寸, 6英寸长
 2英寸宽透明胶带 至少5英尺长
 硬纸板 大约4英寸×10英寸, 足够遮挡遥控卡车前保险杠
 木材边角料 至少3英寸×6英寸, 用于在遥控卡车上安装摄像头

频道。如果你的附近有无线路网(WLAN)的话, 因为无线路网也使用2.4 GHz进行传输, 所以有可能会在屏幕上看到白色的水平线。由于2.4 GHz频带是可以任意使用的, 所以使用这一传输协议的设备都会受到干扰。如果这个问题无法解决, 那么就换一个地方试试。

另外需要考虑的一个问题是通信范围。摄像头制造商声称通信半径有100英尺, 但是和所有其他的无线设备一样, 这取决于使用环境。户外的信号条件最好, 而钢筋混凝土建筑中的信号最差。视频图像中出现白色雪花点, 模拟信号出现降质, 则意味着你已经到达了最大通信距离, 得要靠近点了。一旦失去视频信号, 我们就无法自如地控制了。

摄像头的电池组有一条长电线, 你可以把它捆成一团或者剪短。我就把电线剪短了, 反正我也是要用无线的。为了测试摄像头的电压和功率, 我把电线剪成两英尺长(最后得到的结论是功率大约1 W, $16.5 \text{ V} \times 65 \text{ mA}$)。

选择卡车

在购买遥控卡车时, 先想好在哪安装摄像头和电池盒。我买的遥控卡车的后面有围栏, 可以用来绕电线, 驾驶舱的顶是空的, 所以可以在塑料上钻安装孔。

在前保险杠上安装磁铁

剪一块适合前保险杠的硬纸板, 大约4英寸×10英寸, 在纸板上穿孔, 用绳子和遥控卡车相连。如果你的遥控卡车没有前保险杠, 就在车的前脸上钻1/4英寸的孔, 注意在钻孔时不要损坏转向装置或其他遥控卡车的重要元件。

硬纸板具有一定的柔韧性, 便于上面的磁铁卷到罐头的表面上。为能够实现这样的搬运, 剪取6英寸长的胶带, 从左下方开始纵向安装4块磁铁。这样会在上部留下2英寸的胶带, 用于和硬纸板粘贴。仔细地将胶带的左右对折, 把磁铁粘贴在胶带的中央。我在改装遥控卡车时使用了7条磁铁胶带。

最后，将每个磁铁胶条用胶带粘到硬纸板上。在遥控卡车移动时，胶带可以使磁铁抓住并移动罐头。如果罐头在磁铁上向下滑，可以将磁铁安装得低一些。

安装摄像头

在确定安装位置之前，把摄像头放在卡车顶部的不同位置来看看你在屏幕上能看到怎样的图像。理想的图像是直接面对前方的，在图像的下部应该能看到前保险杠的顶端。

将摄像头用绑线固定，绑线比螺栓螺帽要便宜得多，也无须精确地对应。如果绑线过宽无法通过摄像头的固定孔，可以用1/4英寸的钻头扩大固定孔。

在尝试了遥控卡车四处转悠之后，我发现如果把摄像头安装在更高更靠后的位置能得到更好的图像。于是我切割了一块木头安装在卡车驾驶舱和后栏杆之间，填满顶部的空隙，然后在上部钻孔，把摄像头和木头以及后栏杆用绑线固定。我用硅胶垫圈把木头和卡车底部进行固定。把摄像头安装到合适的位置上花了不少时间，如果仔细看的话，你会发现车上有额外的孔——但是最后却能获得更好的地面和前保险杠的图像（见图2）。

安装电池组

最好能够把电池组倒装在外部，这样的话不需要把盒子取下来就可以更换电池。同时要确保卡车和摄像头的开关应该放在容易够得到的地方。因为摄像头是朝下方拍摄的，机身上也没有电源指示灯，所以最好标出摄像头的电源开关。在确定了安装位置后，在塑料的边缘钻1/4英寸的孔。最好使用1/4英寸的小钻头，因为大钻头会对部件造成损坏，在钻孔时使用木条支撑易碎的部分减小损坏（见图3）。将电池组用绑线和卡车连接，剪取多余的线。如果中间出错或想做出改变，只需要剪断绑线即可。

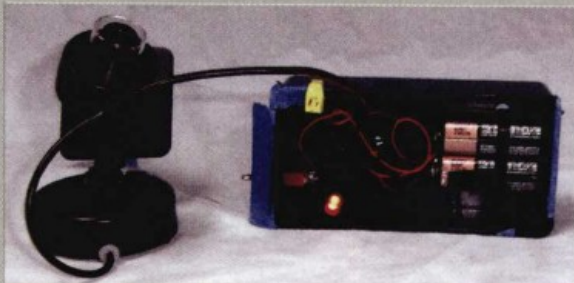
开始玩吧！

现在你的火星漫游者已经就绪。记住：磁铁只能吸住铁质的罐头，铝罐则不行。获得的声音信号会很嘈杂，因为摄像头会记录下齿轮的摩擦声和经过孩子身边时他们的笑声。

更好玩的

如果再有几个人的话我们可以玩一个漫步者比赛：在地板上放四个罐头，然后两个队伍比赛看谁能在1分钟内捡起更多的罐子。队伍的一个成员看屏幕进行遥控，另一个则当作“基地”，在卡车开来时移走车上的罐子。驾驶者拿到罐头，开到基地，然后回去再捡罐头——不许偷看哦！

如果想有所提高，以下还有一些设想能够使火星漫步者更具趣味性：



制作自己的电池组 摄像头上标出了电压为12 V，但是我自己测量出16.5 V、65 mA。在这个电流条件下，红色发光二极管分得约2 V电压。于是我连接了2个9 V电池并增加了1个红色发光二极管用来当作电源指示灯。

增加一个摄像头 因为摄像头和接收器支持4个频道，所以我们可以再在卡车上添加摄像头，用来看后面或者看车上的罐头。将无线摄像头设到不同的频道上然后用2个接收器和电视接收信号，或者只使用一个接收器，在两个摄像头的不同频道之间切换。

添加补光灯 摄像头在暗处就不好用了，不过我们可以添加一些LED灯或灯泡进行照明。电源则可以采用卡车的电池。如果想要再厉害一点的话，可以打开摄像头，移除红外滤片，然后用LED灯当作顶灯，这样在完全黑暗的地方也能看见了。

添加超声波测距 这一点太先进了。使用超声波测距仪把距离转换成音频波形图，通过摄像头的话筒进行传输。这样我们就能在完全的黑暗中像蝙蝠一样自如了，如果蝙蝠也能遥控的话。

浮动摄像头 将无线摄像头安装在充满氦气的3英尺的气象气球上，使用100英尺长的钓鱼线或细绳。我把我的摄像头安装在一块4英寸×12英寸的塑料上，就像有一个风车尾巴一样，在风中也十分稳定。

来源

X10（无线摄像头、接收器、电池组：x10.com。

Radioshack：见radioshack.com去附近的门店转转。

埃德蒙德科技：2个直径3英尺的气象气球，26元，编号3041755见scientificsonline.com。

空气压缩机

制作一个能用来控制、干燥、引导和使用压缩空气的多功能集气管。

米斯特·杰洛皮

收集必要的部件

全新的压缩机也许会让你的丈母娘心花怒放，不过如果你想享受创造的乐趣的话，不妨制作一个这样的集气管以便在需要时获得清洁、干燥的空气。

材料清单

制作空气压缩机的绝大部分材料都能从你家附近的五金店买到。

[A]压缩机出风口 即使是很小的压缩机也能带动射钉枪或其他小型工具，但是它们不能用来喷漆或修理大型器械。出风口的大小取决于压缩机的大小和输出风量，所以选用3/8英寸。

[B]接合软管 压缩机会震动，所以使用软管来连接硬制集气管。千万不要使用普通导气管！应该使用特制的压缩机软管，工作气压200磅每平方英寸，破裂压力800磅每平方英寸。

[C]弹子阀 除了用来当作单向阀以外，这样的—个内联3/8英寸阀也可以用来作为排水阀。简单的集气管结构并不具备排出湿气的功能，当使用长管线时，在最低位置安装一个排水阀是个不错的主意。

[D]镀锌钢管道 为什么使用3/8英寸的镀锌钢管作为空气管道？不选用PVC材料是因为PVC在压力作用下会碎裂。如果不怕花钱也不怕麻烦，在做好后也不打算进行改良的话，铜管倒是个不错的选择。如果我是个超有钱的主，我肯定会雇一个水管工让他帮我装铜管。管道需要向排水阀倾斜一点，确保水不会停留在管道中。

[E]节制阀/水分捕集器/过滤器 湿气是压缩空气所不能避免的副产品。而一体化节制阀/水分

捕集器/过滤器则是能防止空气工具受具有这样破坏性压力的潮湿的、不干净的空气的损害的便宜的保障措施。

[F]T型接头 镀锌钢质T型接头，直径3/8英寸，用于连接额外管道。

[G]3/8英寸转1/4英寸螺母接头 也许你能找到3/8英寸T型接头和1/4英寸插口，但是我们还得把它们给连接起来。

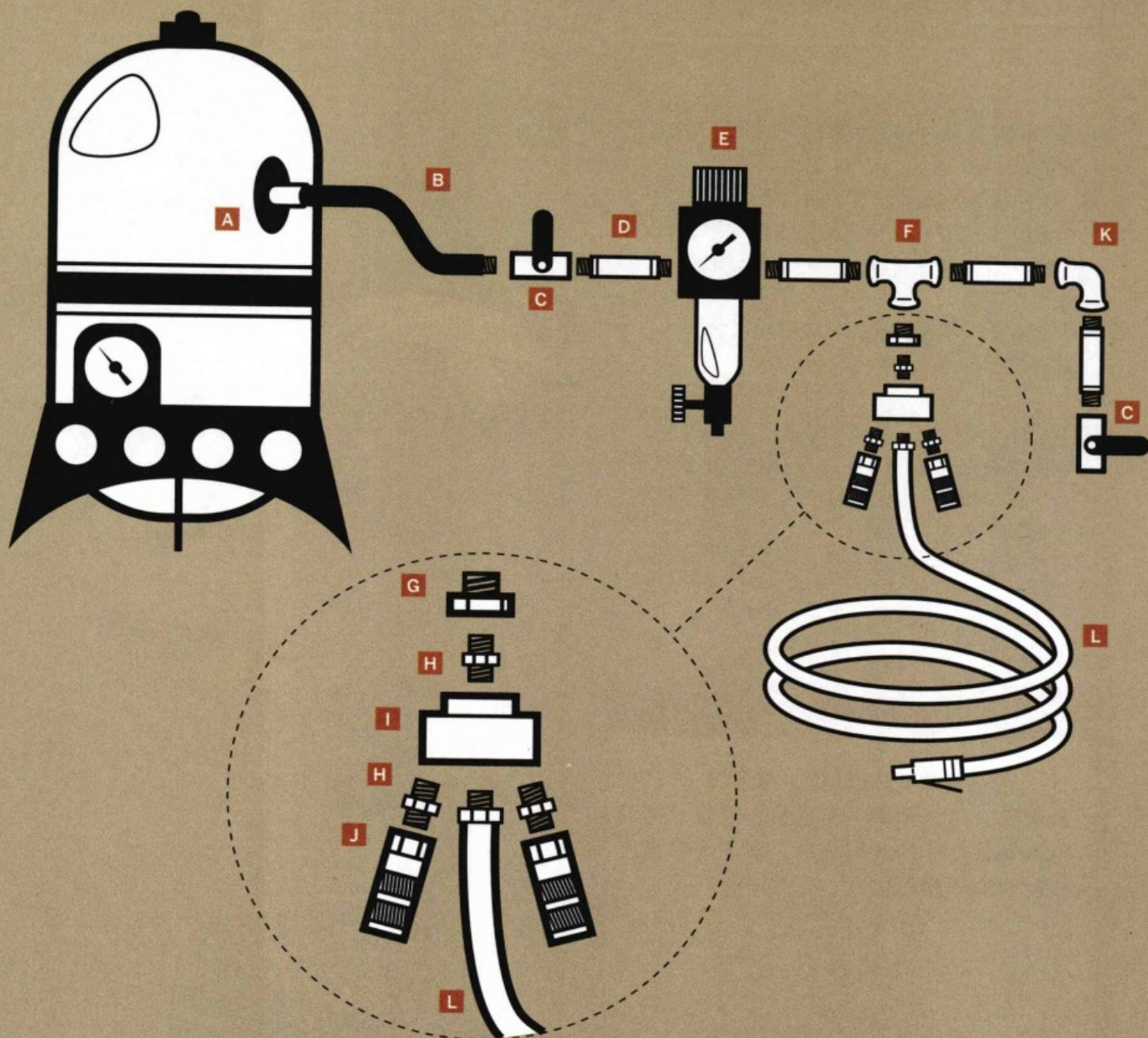
[H]1/4英寸黄铜螺纹接套 和镀锌钢螺纹接套相比，使用黄铜接套并在中间加上一个垫圈的话我们便可以扳紧获得气密连接。

[I]三向空气连接头 整洁好用，专业选择。

[J]多功能连接头 这一个接头能够兼顾各种规格的接口。

[K]3/8英寸L形弯管 用来绕过拐弯处。

[L]滴水软管 这种常见的滴水软管可以在任何的汽车零件店里找到。如果没有它的话就做不了化油器。



大轮胎气压表

诚然，现在也有很好用的数字轮胎气压表，不过使用原有的指针轮胎气压表也不失为省钱的选择。在accugage.com花20美元购买到精致的黄铜EZ-Air轮胎气压表，比凯迪拉克上面中看不中用的那个要好得多。直接通过气压表打气，观察充气管和气压表——在充气时数值会上升！



为什么不使用1/2英寸或直径更大的空气管道呢？这个3/8英寸系统适用于大部分的情况，但是有些特殊任务比如为汽车喷漆——则需要完善的大管道和特制过滤器。

警告：压缩空气具有极高的危险性。也许你会认为这是耸人听闻，不过我就认识一个人因为压缩空气事故而变成了残废。在操作时应戴上国家标准委员会认证的手套，认真阅读制造商提供的操作手册，绝不把压缩空气喷嘴指向朋友、敌人、狗或者鸚鵡。注意安全！

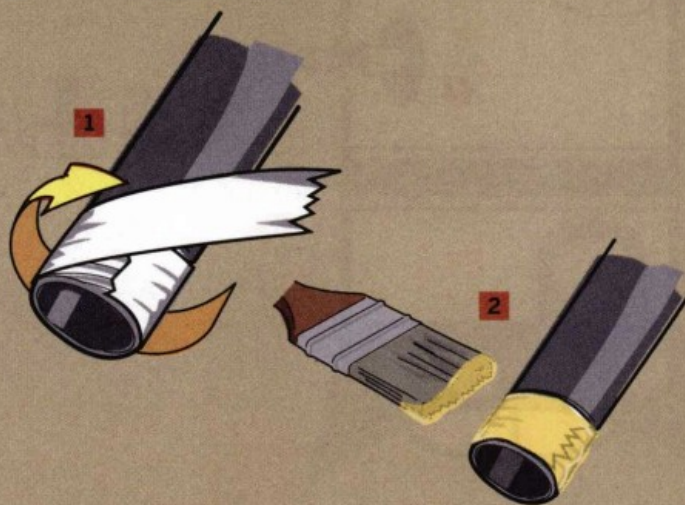
如何制作气密螺纹连接头

只有两种方法粘贴特氟伦胶带的方法——其中一种是错误的。

1 抓住管子，将开口端面对自己，从2点钟位置开始绕胶带。记住始终沿螺纹顺时针方向绕，否则当你将其旋接时会揭开胶带，使气密性降低。

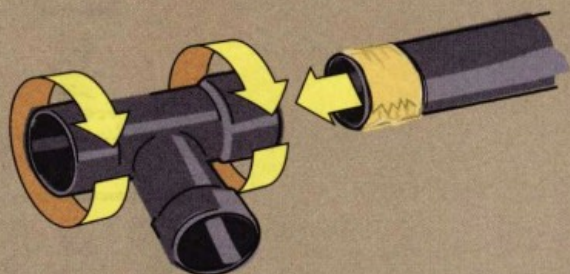
如果接口螺纹是反的怎么办呢？没问题，我们就逆时针旋转。

2 既然已经用上了特氟伦胶带，那么为什么还要使用接合剂？有些人会认为这是多此一举，但是接合剂中的润滑成分能使管子比正常情况下多旋紧半圈。



投入使用

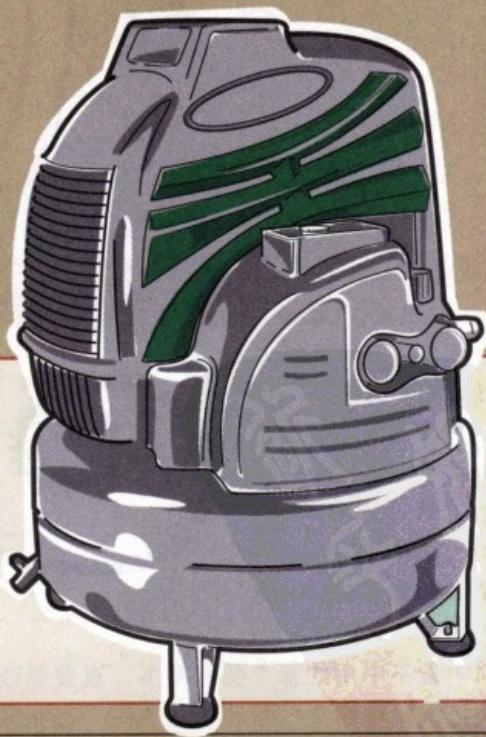
这下所有的射钉枪、套筒扳手、切断磨轮、气压棘齿、电磨机、气锤、高速打磨器都在你的掌握之中。现在去享受压缩空气的乐趣吧！



小型工具

如果你并不需要重型空气压缩机，日立EC79 6加仑超薄空气压缩机完全可以胜任。这个60磅重的压缩机无需耗油，输出每分钟2.7立方英尺，压强为每平方英寸90磅。适用于饰面钉、订书机等其他短冲程作业。

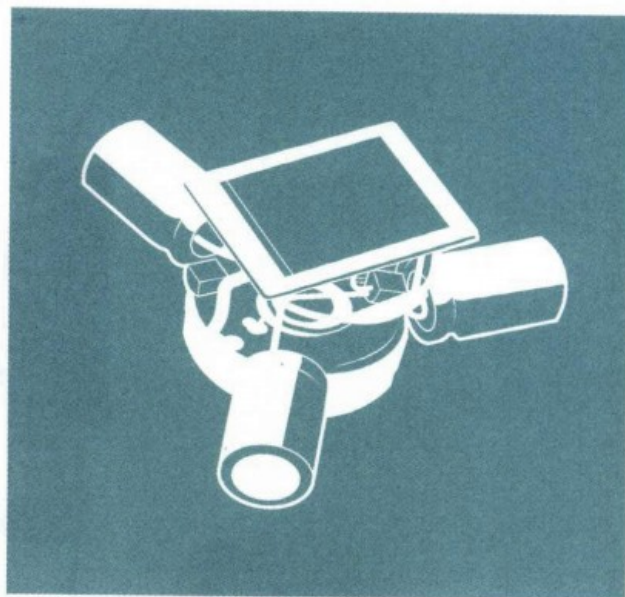
hitachipowertools.com



米斯特·杰洛皮是骨灰级机械爱好者，擅长拆解与维修，网址：Hooptyrides.com。

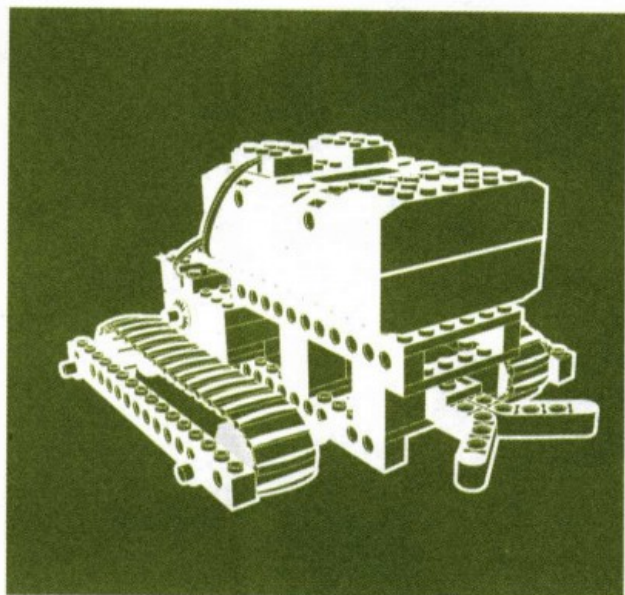
制作：项目

用你的烙铁来建造一支超酷的机器人队伍吧，天晴的时候可以勇往直前。要是外面阴天的话，就和足球机器人为2050年的机器人世界杯一起练习吧。或者你也可以钻研一下漂浮的桌面雕塑形成张力堆得更高的原因。



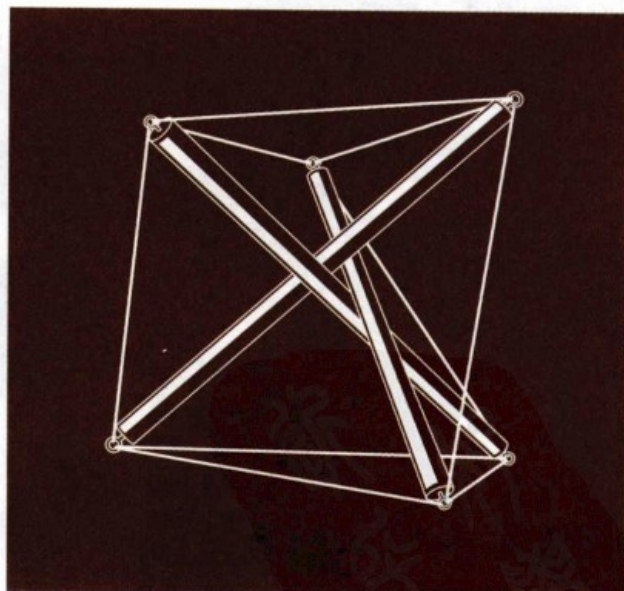
BEAM机器人

60



“乐高”足球机器人

72



张拉塔

84



BEAM机器人

加里斯·布朗文

焊出一个简单的电路，用它来控制两个完全不同的太阳能机器人。一个是小卫星，只要有阳光，就会一直上跳下窜；另一个是小车，只要有阳光轮子就会转不停。 >>

准备：第4页 制作：第65页 使用：第71页



太阳能时代到了！

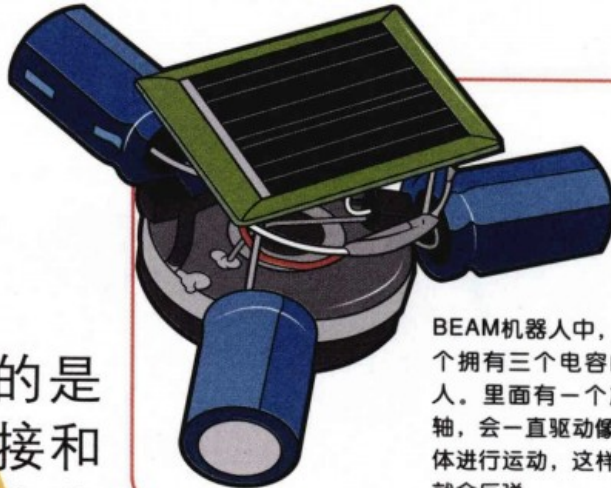
BEAM机器人(见第38页)技术门槛低，基于模拟技术，材料来源简单也易于修改。现在发展成包括了对称机器人、滚动机器人、步行机器人、跳跃机器人、攀爬机器人、游泳机器人、飞行机器人和爬行机器人等类别的大家庭。这些机器人中很多都可以用一个简单通用的BEAM电路Solarengine来驱动和控制。这块电路可以从太阳能板中获取能量并暂存于电容中以提供能量。

我们这里会制作一些电压触发的Solarengine电路，然后做成两个小机器人。一个是Trimet，靠着旋转行进，看起来像是太空轨道中的卫星。另一个是Solaroller，这个会时断时续地直接向前开。这些小东西放在桌上非常酷，当然你要保证它们不摔下桌子（这两个机器人会昼夜不停地蹦跶，也没有一个关机开关）。

参见第38页加里斯·布朗文的文章《BEAM入门指南》

快速反应设计

BEAM机器人用的是非常简单的电路，直接和外围环境打交道。这个和通常的控制类机器人不一样，它们没有智能，只能做一些反馈。



BEAM机器人中，Trimet是一个拥有三个电容的对称机器人。里面有一个旋转的驱动轴，会一直驱动像个盖子的身体进行运动，这样一遇到障碍就会反弹

Solarroller就是小型的太阳能赛车。在BEAM机器人比赛和其他的机器人比赛中，最后上演的总是Solarroller德比

Trimet和Solarroller都是基于电压触发式Solarengine (I型)。这些电路通过小型的太阳能模块得到能量，当能量储备足够时就会定期释放，比如用于驱动电机

太阳能模块将光能转换为电能，并慢慢地给电容充电

电容存储能量形成一个电压，当2个引脚间的电路整个打通时将能量释放出来

1381电压触发器会测量电容的电压，当高于一定阈值后会发出触发信号。（如1381-G触发器高于2.4V就会发出信号）

当三极管3904的基极收到触发信号后，三极管就会导通，使得电容通过电机放电

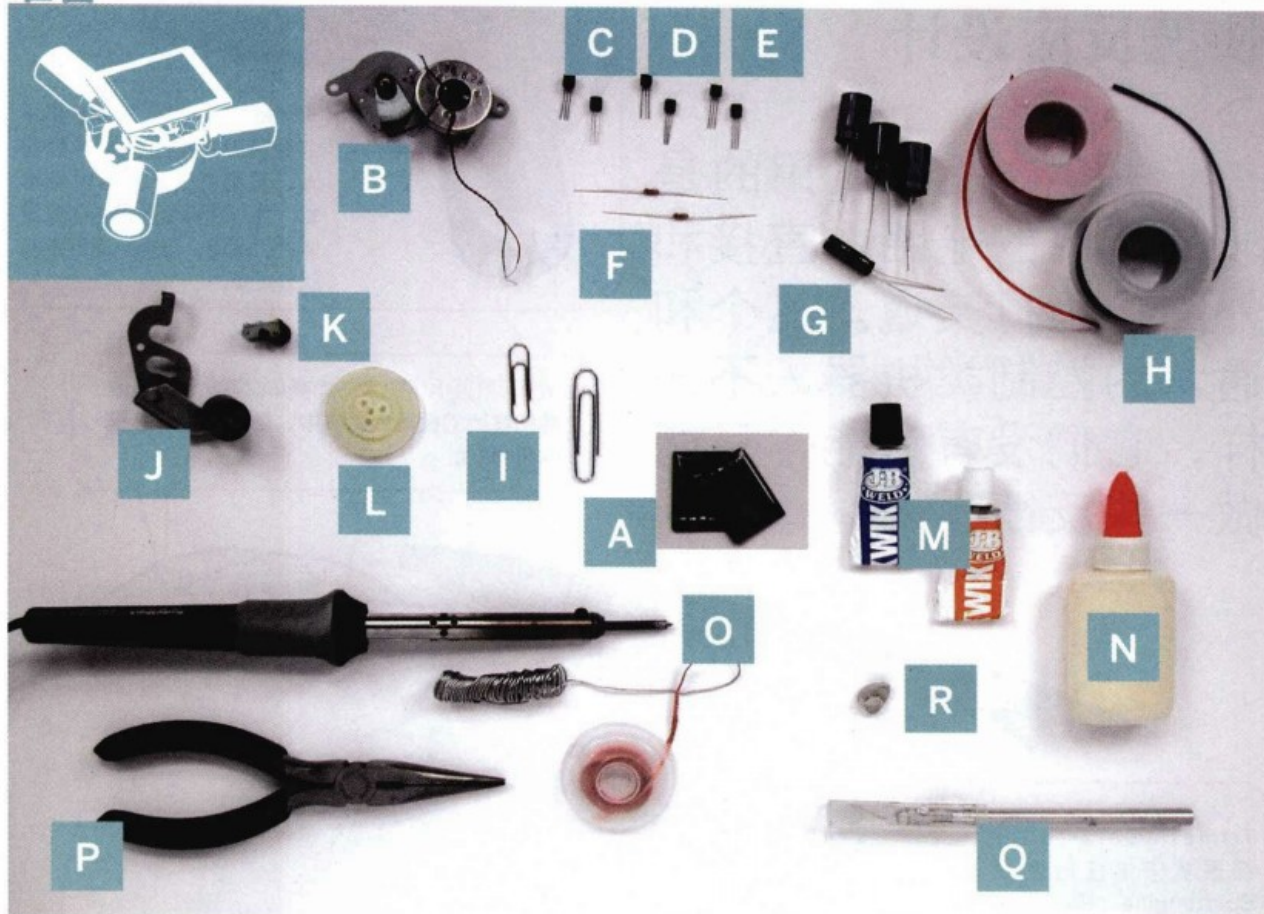
电机收到电容过来的能量就会工作，因此会断续工作

放电过程中，电流会回流到三极管3906的基极。这样会使得1381触发器断开并复位。电流还会一直流向3904的基极，这样就能保持电机工作直至电容完全放电完毕

2.2 k Ω 的电阻用于拉低3906的基极电压，这样放电过程中绝大部分的能量会被电机消耗。整个电路的效率得到了提高

➕ Solarengine电路图见：makezine.com/06/beambots

准备



材料

下面的材料用于制作两个solarengine。如果你只是制作Trimet和Solarroller中的一个的话，每样一个就可以了。这里的部件号参见Solarbotics网站（solarbotics.com）。

[A] 37 mm × 33 mm的多晶太阳能模块2个，部件号为#SCC3733。

[B] 磁带电机2个，旧的随身听上就有，部件号为#MCM2。

[C] 1381-G电压触发芯片2个，部件号为#1381-G。

[D] 2N3904 NPN三极管2个，部件号为#TR3904。

[E] 2N3906 PNP三极管2个，部件号为#TR3906。

[F] 2.2kΩ电阻2个。

[G] 4 700 μF电容4个，也可以用3个4 700 μF电容和一个超级电容比如0.33 F的黄金电容（部件号#CP.33F）。Trimet需要3个4 700 μF电容。高品质的Solarroller可以使用黄金电容。

[H] 24号的红黑连接线。

[I] 曲别针2个，一大一小
以下部件仅用于Solarroller。

[J] 夹送辊与夹送臂，可以从老式录像机中拆。辊圈光滑，直径大约5/8英寸，宽约5/8英寸。

[K] 夹送辊与夹送臂，可以从磁带机中拆。辊圈光滑，直径大约1/2英寸，宽约1/4英寸。

[L] 轻便材料的驱动轮，直径要比电机盒稍大。直径在1.5~1.6英寸就好。老式的录像机可能有合适的，也可以试试控制伺服电机棍子的圆盘，还可以用玩具中的塑料圆盘。

橡胶带

[M] 环氧树脂胶

[N] 白胶

工具

[O] 焊接装备。烙铁、焊台、焊锡、吸焊枪、吸焊球或者吸焊带。

带切割砂轮和刨槽头子的Dremel工具

“Third Hand”弹簧夹。最好2个

[P] 尖嘴钳

剪线器

[Q] 手工刀

中等颗粒的砂纸或铁锉

尺

[R] 大头针或胶带

安全眼镜

制作



搭建BEAM 机器人

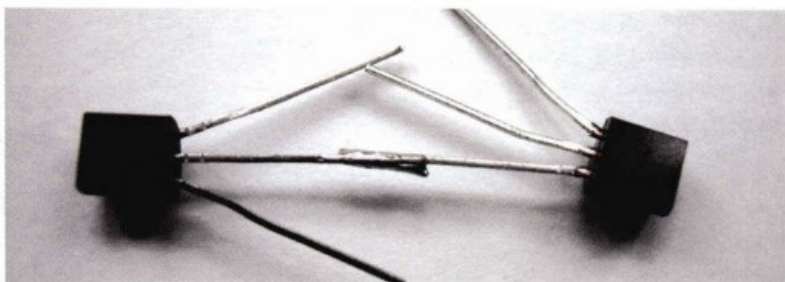
开始>>

时间： 1天 复杂度： 中低

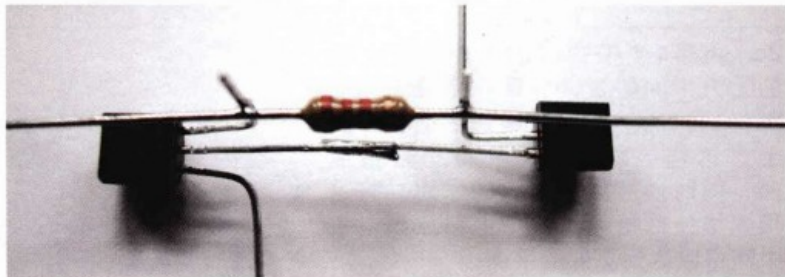
1. 搭建Solarengine 控制电路

我们将不用电路板而直接将元件连起来。通常我会在正式焊接之前用面包板搭建原型进行验证。不过这次电路很简单元件也很少，我们直接跳过这一步。出了问题重新焊接也很方便。

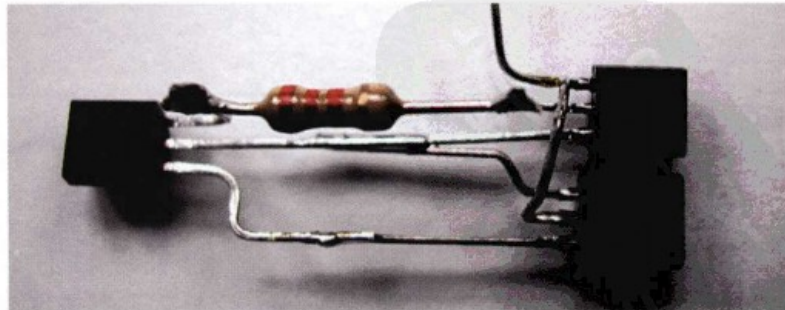
1a. 将2个三极管引脚相对放置。将3904的基极（中间引脚）和3906的集电极（面对元件上的文字的右边引脚，下同）。



1b. 用尖嘴钳将3904的发射极（左边引脚）向外弯折90°，将集电极（右边引脚）向上弯折90°。将3906的基极（中间引脚）向上弯折90°，发射极（左边引脚）向外弯折90°，把2.2 kΩ电阻焊在3904的集电极和3906的基极之间。



1c. 将上一步完成后过长的引脚剪掉。将1381电压触发器放在3906的右边，朝向与3906一致。将1381的第3脚（右边引脚）和3904发射极焊在一起。将1号引脚和3906的集电极焊在一起。最后将1381的2号引脚（中间引脚）弯折并和3906的发射极（左边引脚）焊接起来。如此基本电路就焊接完毕可以加电机和电源了。



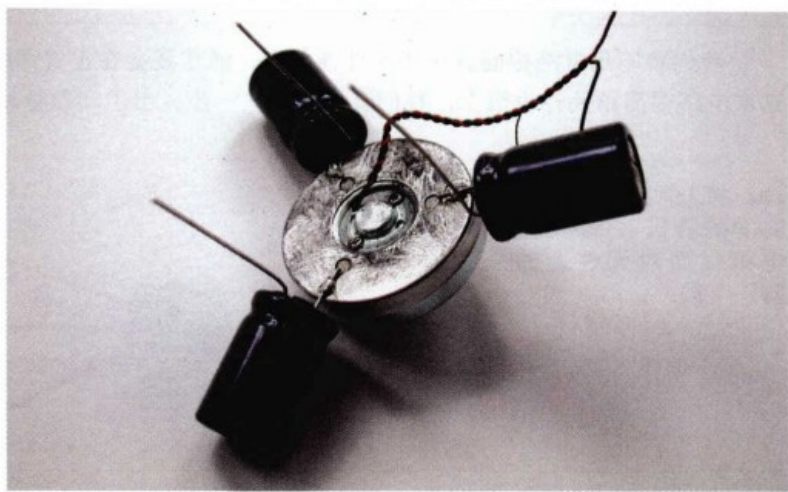
1d. 如果两个机器人都要制作。重复以上1a~1c即可得到第2个Solarengine。现在按照第2步制作Trimet或者直接跳到第3步完成Solaroller。

2. 搭建 Trimet

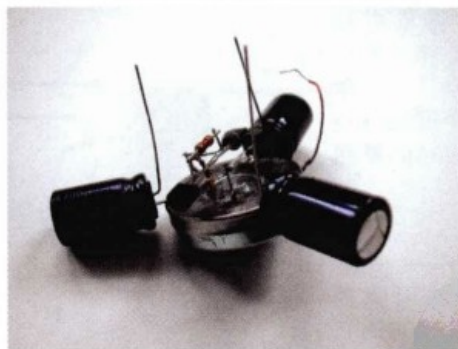
2a. 用Dremel砂轮将电机上的安装条都磨掉，并用砂纸或锉刀将电机盒传动轴一侧磨出内部金属为止。一会儿需要将电容直接焊在这个面上，而且还要保证当Trimet四处碰撞时这里仍然牢固地连接着，所以这里一定好好磨。



2b. 将3个4 700 μ F电容的负极引脚剪短，留下足够焊到电机外壳上的长度即可。将正极引脚向上弯折，使之不会因碰到电机盖而短路。找到电机外周上的3个三等分点并将3个电容的负极焊到这三点上，这3个电容就形成等边三角形并以电机中心为圆心向外发射。焊接时注意用海报腻子或胶带将电容固定好。



2c. 将第1步中完成的电路放到电机的上方中间位置，并用一个废电阻引脚将3904剩下的发射极焊到电机外壳上。这样电路的地就和电机连接起来，同时还起到了固定的作用。将这根连接线弯折90° 并把电路放到电机中间可以达到更好的平衡。



2d. 这个电机外壳是整个电路的地(-)，现在我们接着完成电源(+)部分。将较小的曲别针弯成与电机同等大小的1个圆环（通常随身听的电机和25美分硬币大小相当，因此你可以用1枚硬币来弯曲这个圆环）。圆环弯好之后就可以将它焊接起来了。

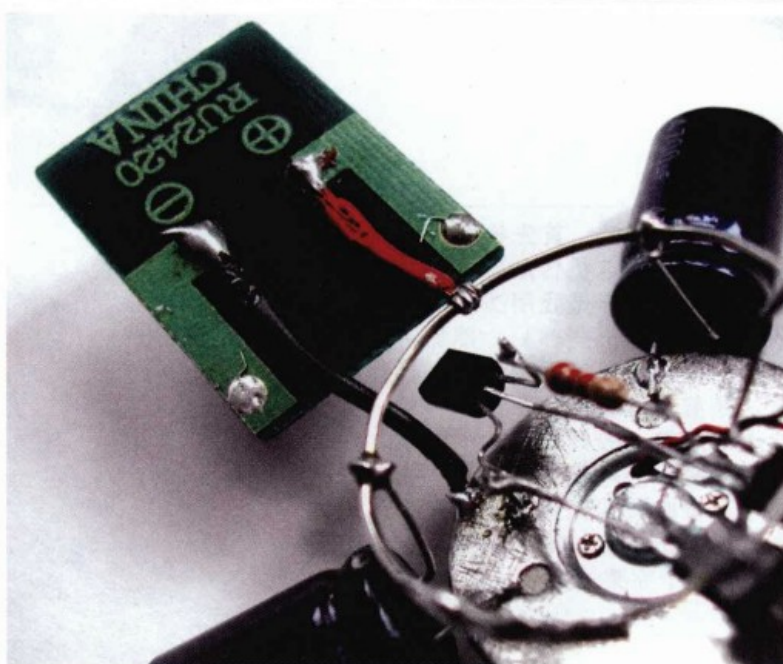


2e. 将电容的正极弯折并剪到合适长度，长度以刚高出控制电路为佳。将刚才完成的圆环与3个电容的正极焊接上，注意保持好对称。



2f. 如果3906发射极能够得着曲别针的圆环的话，就将它也焊到这个圆环上。够不着的话就用导线或者刚剪下的电阻引脚连起来。

2g. 现在可以焊接太阳能模块了。如果你的模块有焊盘但是没有导线（通常的模块都是这样）的话，先将2个导线焊到焊盘上，红线到正极，黑线到负极。太阳能模块易碎，焊接时要注意。现在将红线焊到曲别针圆环上，黑线焊到电机外壳上。这2根线长度要适当，太短则不方便修改电路，太长了则最后完工时这些线不太容易都收到电机范围内。



2h. 连接电机。将电机的负极焊到电阻和3904集电极的连接点上。将电机正极焊到曲别针圆环上。

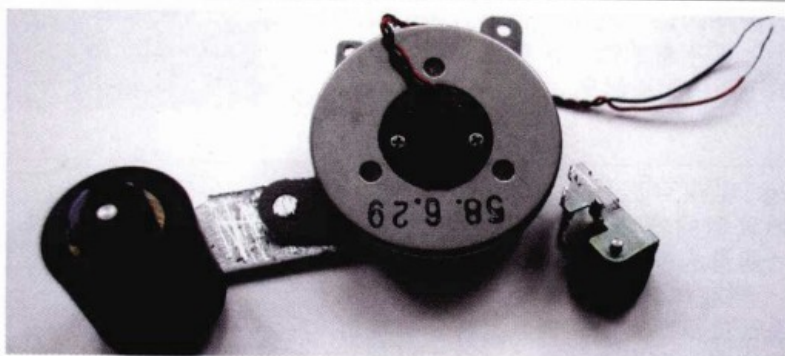
现在将太阳能模块放在这个对称机器人顶上，放在太阳下或者自己加光照。大概10秒钟后，就应该开始动弹了，如果你把着电机驱动轴的话，这个小机器人就应该开始旋转。如果开始动了，恭喜恭喜，你的BEAM机器人诞生了。这时你可以用胶将太阳能模块黏到曲别针圆环上。当然你也可以不黏，这样别人还可以看看里面的电路。



3. 制作 Solarroller

制作Solarroller可以用多种多样的材料，有的用乐高砖，有的用焊接后的曲别针，甚至有人用鼠标壳子。这里我们用的是从老式录像机或磁带机上拆下来的部件。用的部件不同，这部车的设计里程就不太一样。

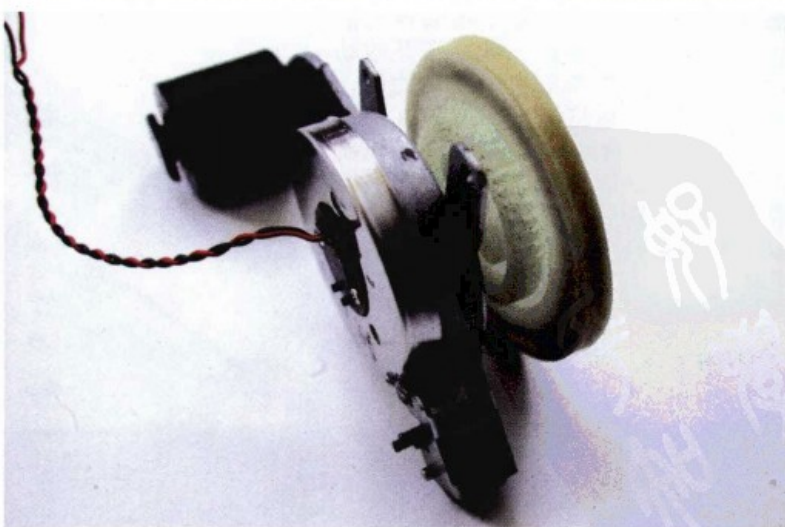
3a. 用Dremel和切割轮将2个加送辊的臂切断，这样就可以和电机壳子充分接触。Solarroller是三轮的，其中的两个轮子就是这两个了，另外还有一个大的驱动轮，直接装在电机的传动轴上。



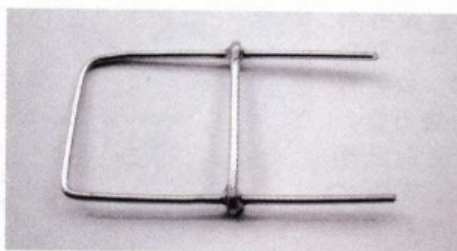
3b. 准备驱动轮。首先检查一下这个轮子要能装到电机传动轴上（我用的磁带壳太小，于是我用Dremel刨槽头子将它扩大了一些。）。然后将橡胶带黏到轮子上以增强牵引力。操作的方法是剪断橡胶带，在橡胶带的一边涂上一层胶。胶开始发黏的时候，把这层橡胶小心地在轮子上卷一圈做成轮胎。橡胶接头处重叠没有关系，一会儿用刀把多余的橡胶切掉，这样就完成了一个完美的轮胎。



3c. 把2个从动轮的臂黏到电机外壳上，然后不用胶水直接将驱动轮装到电机轴上（如果有必要可以用海报腻子来固定）。Solarroller放在平地上的时候，一定要保证3个轮子相互平行，与地面接触良好。如果你在使用Solarbotic的电机的话，你可以将大的传动臂装到电机的大安装点，并指向前方。另外两个安装点先空着，指着上方，留着装电路和太阳能面板。



3d. 从大曲别针上截下大约4英寸长，做成U形，对于Solarbotics电机来说，这么宽差不多就是电机上方的2个安装孔的间距。将多余的曲别针剪掉，并把它焊到离U形开口大约3/4英寸处，形成横杆。



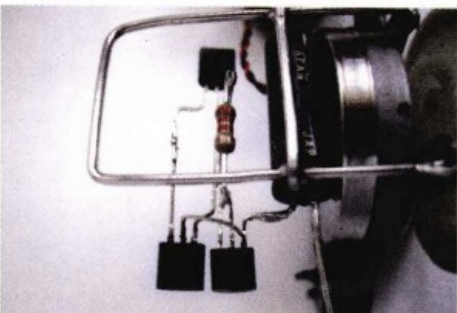
3e. 把电容用环氧树脂直接水平地黏到电机外壳上，就是驱动轮的另一面。电容的引脚应指向后，负极的引脚应该靠近电机。



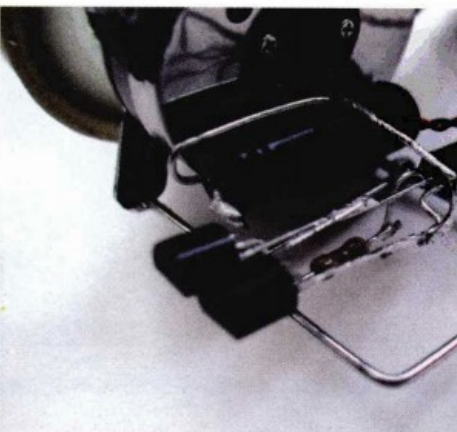
3f. 将曲别针框架焊到（用环氧树脂黏也可以）电机外壳上。如果电机上还有2个安装孔的话，安在这个安装孔里更好。现在我们还没有把驱动轮黏上去，所以我们能够移动这个驱动轮以便碰到电机顶端。要想做得更加牢固一些的话，还可以将这个曲别针框架定位到滑杆，正好倚在电容上并用环氧树脂黏好。现在我们可以将驱动轮黏上去了。



3g. 把solarengine电路放到曲别针框架的下面，紧靠着电容放置。把3906发射极（左边引脚）和电容的正极焊接在一起，焊之前需要裁减一下引脚的长度，理想的效果是电容能把电路的这一端稳当地举在空中。

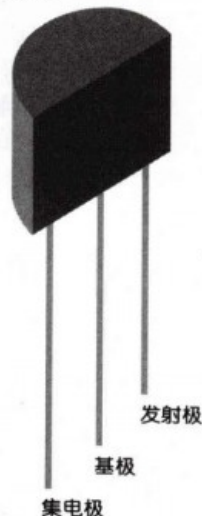


3h. 把solarengine朝下放置，用一个剪下的电阻引脚将3904的发射极焊到1381的第3脚。把电容的负极引脚绕着电容的底盘一面弯折，并和刚才3904的发射极焊到一块。这样电路的另一端也固定好了。



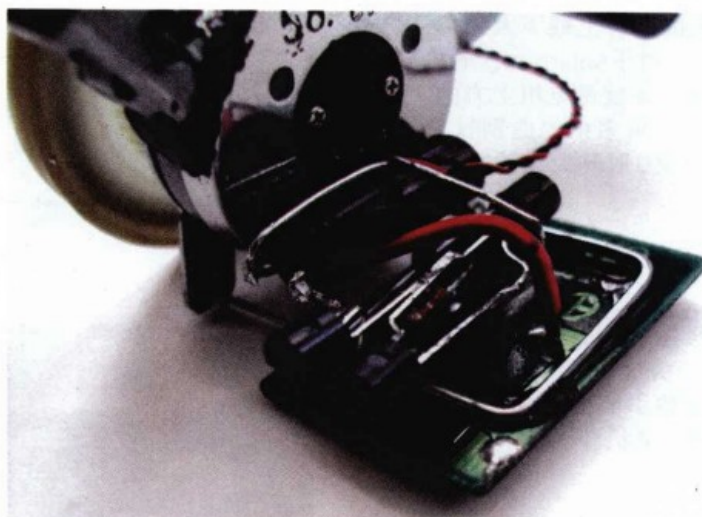
三极管工作原理

三极管

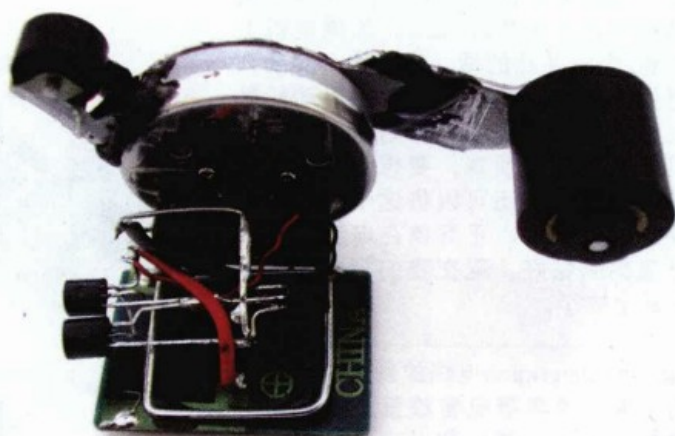


双极三极管可以作为开关来用，作用和机械开关一样。在NPN三极管中，对基极施加正电压，而对发射极施加低电压将能打开这个三极管，电流可以从发射极流到集电极。PNP三极管的行为与此相反，把低电压施加给基极，高电压施加给发射极会打开三极管，电流从发射极流向集电极。

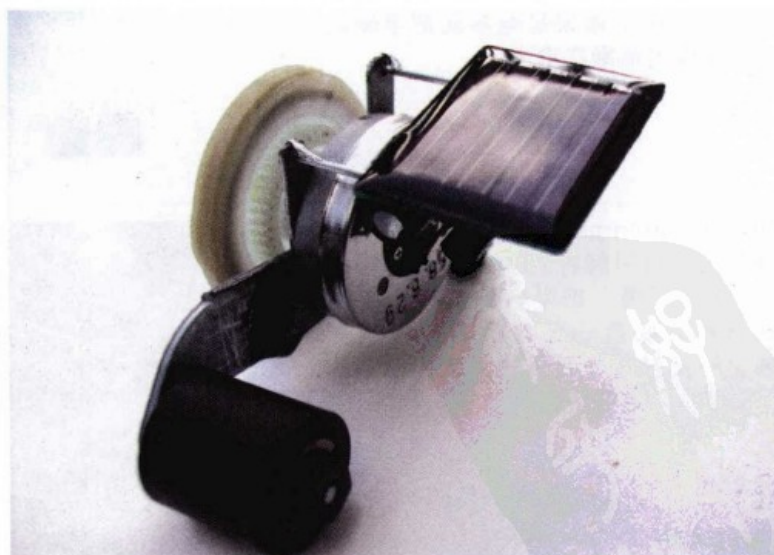
3i. 如果你的太阳能模块上没有导线，那就在模块标着正极（+）和负极（-）的焊盘上焊上导线。这些导线的长度以能连到电容的引脚为宜。把太阳能模块的导线穿过曲别针框架，并用环氧树脂黏到顶上。黏好之后，把太阳能模块的正极和电容的正极焊在一起，负极和负极焊在一起。



3j. 最后把电机连上，把电机的正极（红线）焊到3906的发射极（左边引脚），负极（黑线）焊到3904的发射极。



现在把做好的Solarroller平放在地上，放在太阳光下，当然你也可以自己给它光照。一会儿电路被触发，电容就会开始放电。这样Solarroller就可以开动了。然后就是不停地接收太阳光，等待充电，接着循环往复。



结束 X

现在去使用吧 >>

使用



开始吧， 好家伙

错误诊断

如果你的BEAM机器人不能工作的话，检查一下各个连接点，如有看起来不牢固的就重新焊一下，注意看有没有碰到管腿而产生短路。这个电路非常简单，如果出错基本上就是焊错了地方或者焊不牢。

进一步改进的点子

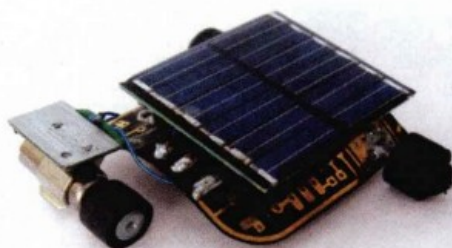
在Trimet上，可以在外面再加一个曲别针环。这样可以防止小机器人被卡住。

Solarroller上可以把4700 μF 的电容换成0.33 F的黄金电容。图片上的就是这样的超级电容。这种电容需要好几分钟才能充满电，但是只要开起来就会爽很多。

用老式的索尼随身听改成Solarroller很方便。把原来的电机、轮子和滑轮留下来用作Solarroller的底盘。

读者还可以试试Andrew Miller的效率更高的solarengine，也是同样的简单。他的电路需要另一个电阻，多一个电容和一个二极管，但是不需要3906三极管。将小电容在0.47~47 μF 调节可以设定不同的放电时间。（电路原理图参见：makezine.com/06/beambots。）

基本原理搞清楚后，你就可以改进BEAM机器人，可以增加电的储量，可以改进绕开障碍的策略，也可以开始更加拉风的设计。右边的图里有一些Symet和solarroller变种的例子。



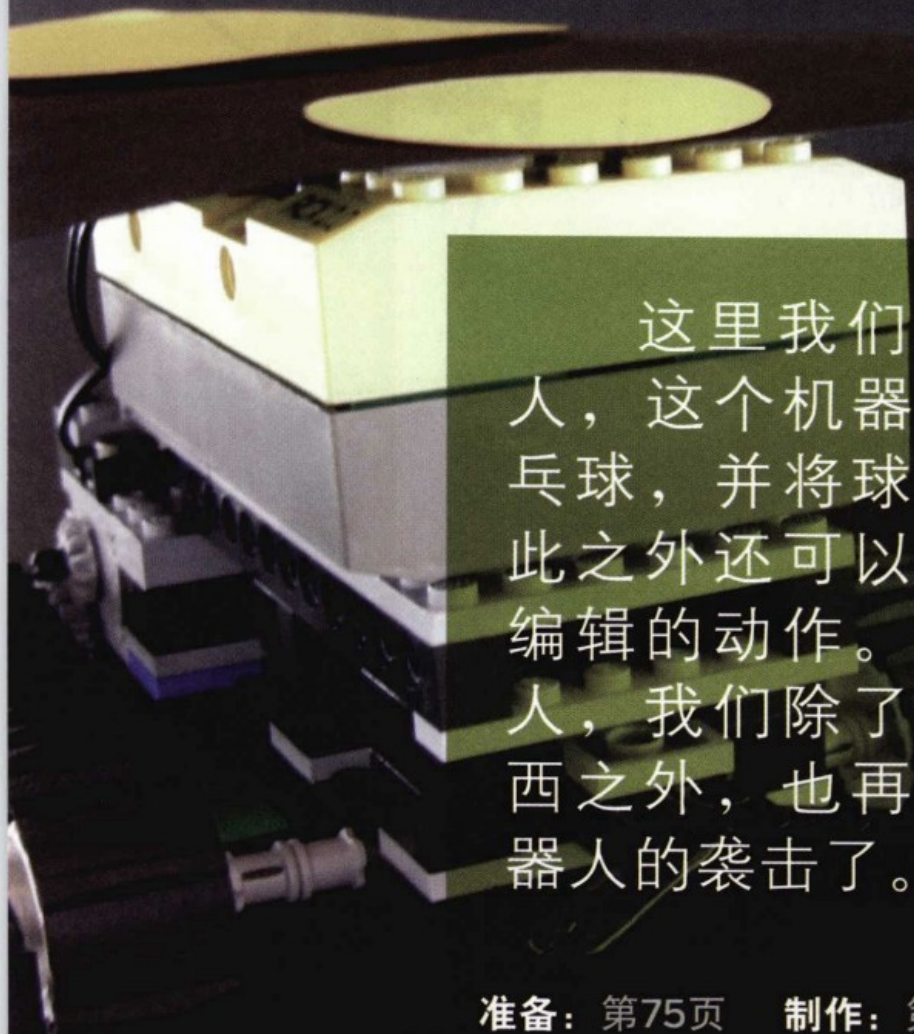
资源

这两个工程还有其他很多的改进和变化，Solar-engine也有其他很多的应用。如果感兴趣可以看看本书第38页的《BEAM机器人入门指南》。

✚ Miller的Solarengine变化的原理图参见：makezine.com/06/beambots。

“乐高”足球 机器人

马修·罗素



这里我们来做一个机器人，这个机器人可以追赶乒乓球，并将球推进球网。除此之外还可以做另外一些可编辑的动作。做完这个机器人，我们除了能学到一些东西之外，也再也不会害怕机器人的袭击了。 >>

准备：第75页 制作：第76页 使用：第83页

机器人世界杯梦想

机器人是一个很容易想到的交叉学科之一，它综合了虚拟智能、机械、数学、信号处理、传感器技术、电路设计以及心理学等学科。这些学科的综合产生了无数的应用，大到国际空间站，小到孩童的玩具。

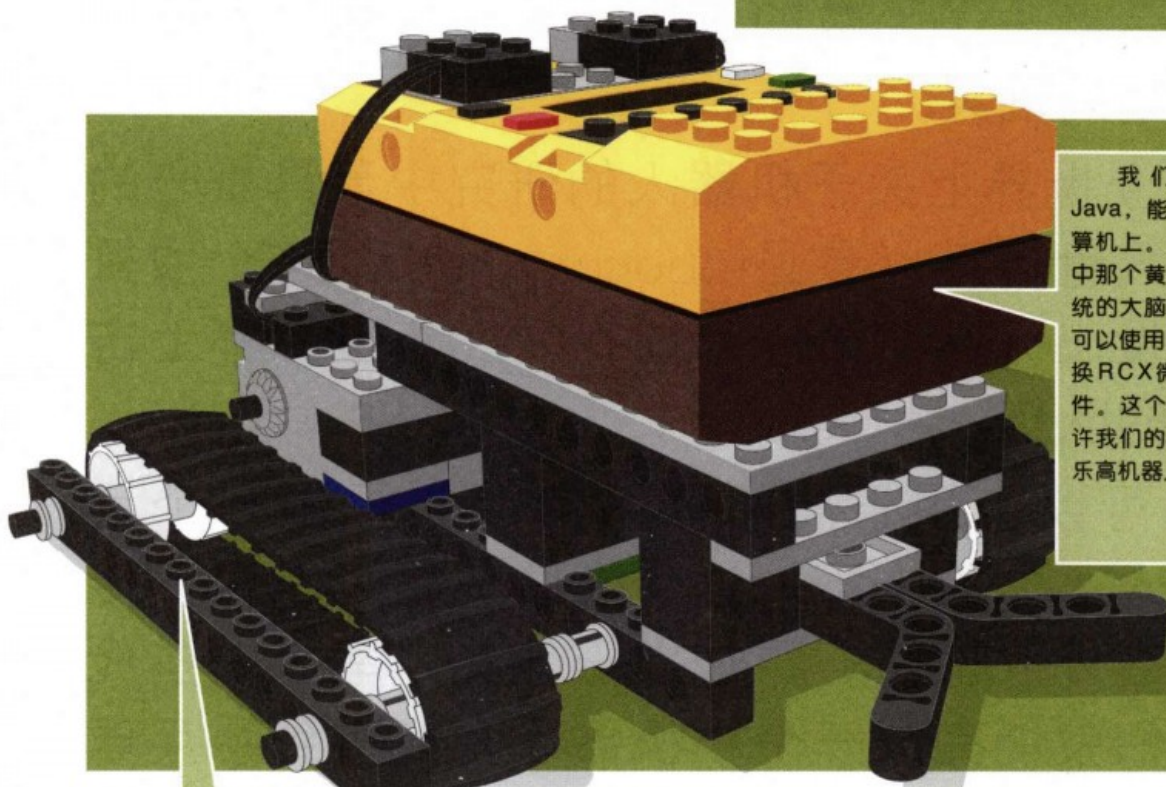
当今世界上关于机器人的研究中最具雄心的是机器人世界杯（参见robocup.org）。这个项目旨在开发出一队机器人，能在2050年世界杯上击败人类的队伍。

你可以使用乐高机器人套装自己做一个足球机器人来体验一下。这个套装包括了电机、传感器和红外收发器。再加上摄像头，写上一些代码，我们就能完成一个小机器人，能得到乒乓球并送进球盒里了。现在开始吧！

马修·罗素本来想做一个复古的人，但是迷上苹果电脑后这个雄心壮志就再没有什么进展了。

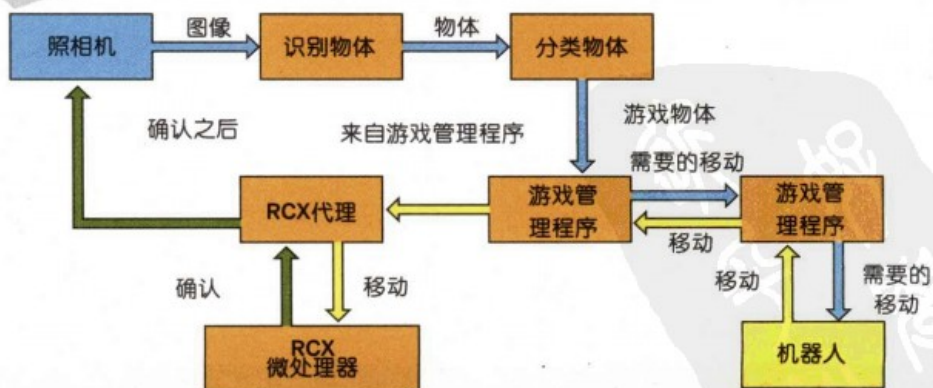
以进球为导向的设计

在黑色的场地中有两个球门，乒乓球还有乐高机器人都能很分明地显示出来，且可以通过摄像头加以捕捉并用简单的Java程序来处理。然后计算机机会通过红外收发器发给场地中的快速足球机器人。



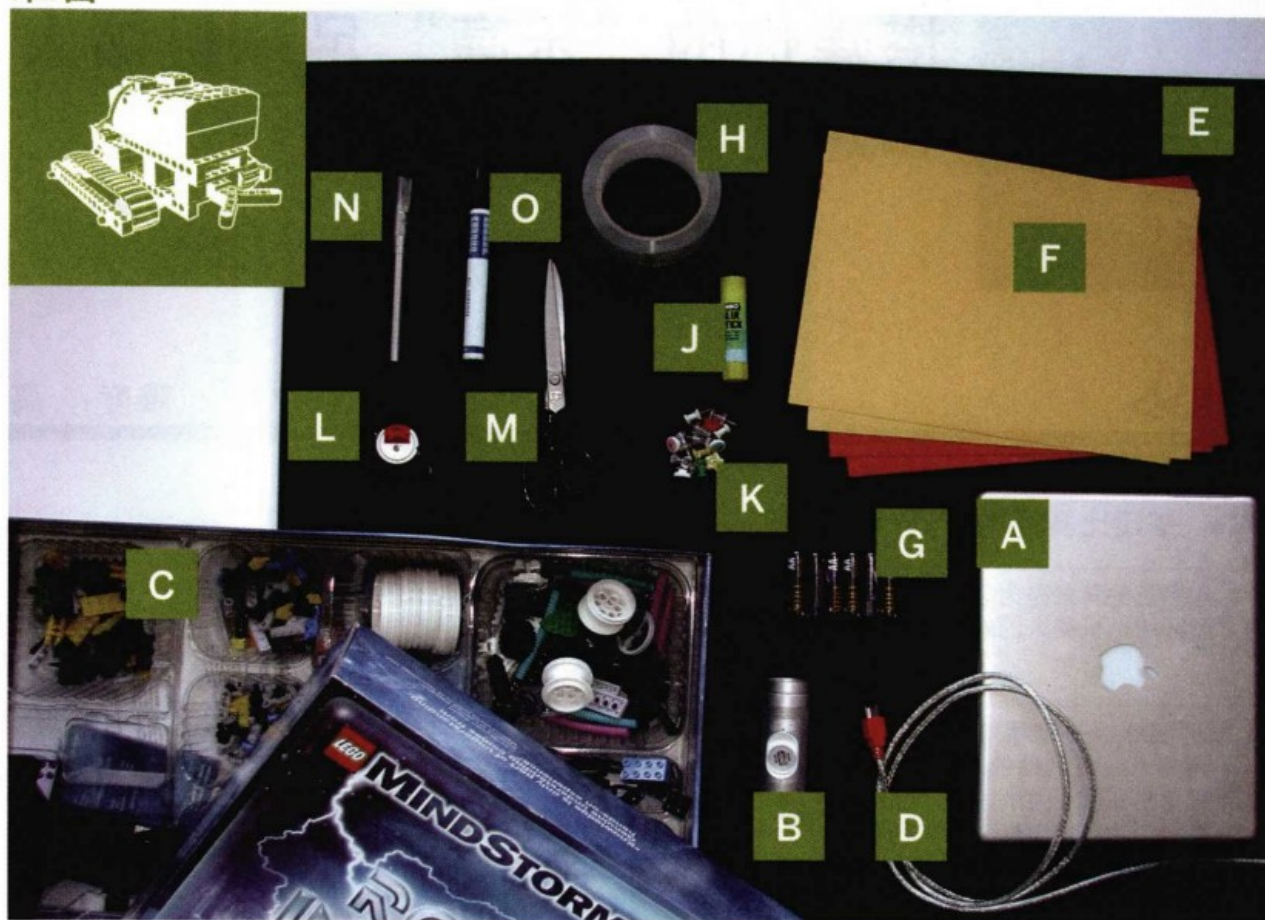
我们的软件基于Java，能运行于所有的计算机上。乐高机器人套装中那个黄色的件是整个系统的大脑微处理器。我们可以使用LeJOS工具来替换RCX微处理器中的固件。这个新的固件用于允许我们的Java程序来控制乐高机器人。

硬件方面，我们将搭建比赛场地，将摄像机加到屋顶并用乐高机器人套件来制作机器人。机器人看起来像个坦克。由于比赛场地的空间很大，机器人看起来很小，而且遵循了乐高一贯的思想尽量重用有限的模块来完成搭建工作。



软件是最重要的控制所在。这是一个顶层的控制环，不断地追踪比赛场地并将命令发给机器人。

准备



准备材料

- [A] 可以上网的计算机
 - [B] 摄像头，如苹果的 iSight
 - [C] 乐高机器人套装 (RIS) 2.0版
 - [D] 15英尺的火线 (1394)
 - [E] 32英寸×40英寸的黑色硬画板纸4块，用于搭建一个黑色的3:4的长方形平整场地。
- 其他材料也可以，达到效果就行，如20英寸×30英寸的白泡沫板8块并加上22英寸×28英寸的黑色海报板来盖住，或者直接用8块20英寸×30英寸的黑

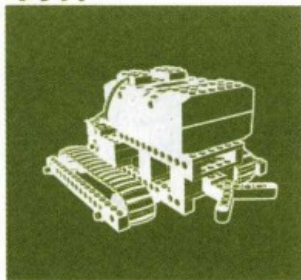
- 泡沫板。注意是黑色而不是深灰色。
- [F] 各色彩纸
- [G] 五号电池6个
- [H] 透明胶带
- [J] 胶棒
- [K] 图钉
- 胶带 (图中未显示)
- 乒乓球 (图中未显示)
- 尼龙搭扣 (可选)
- 布基胶带 (可选)
- 橡胶水泥 (这个用于将非黑色的泡沫板涂黑)

工具

- [L] 卷尺
- [M] 剪刀
- [N] 多用刀
- [O] 黑色签字笔绘图圆规 (图中未显示)

活动梯 (图中未显示)

制作



搭建你的“乐高”足球机器人和足球馆

开始>>

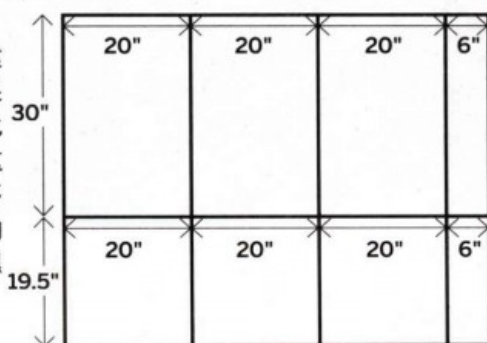
时间：3~7天 难度：高

1. 搭建比赛场地

用黑色的背景是为了减少可能产生的影子，方便图像分析。球门区是亮色的方形区域，机器人的外壳上有两个清晰可见的圆来表示前和后。

1a. 裁剪泡沫板并黏起来

用美术板或其他硬质材料搭建起和照相机长宽比相同的区域（苹果iSight摄像头的分辨率是 640×480 ，比例为4:3，很多其他的摄像头也是这个比率）。这样摄像头可以得到最多的信息。如果要将非黑色的板遮黑的话，记得用橡胶水泥，并把所有非黑色的区域涂成黑色。



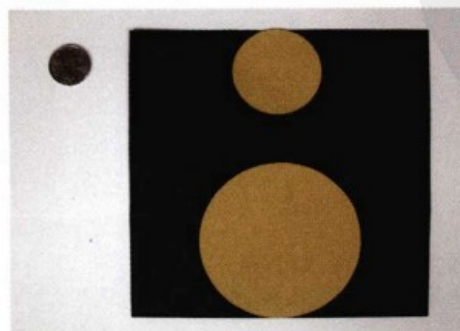
1b. 做球门区

从亮色的纸上裁出两个方形的区域。将这个方形区域的长宽比设定在至少1.5将有助于软件识别（长宽比为2:1的话更好）。把这两个方形纸放在球场的两头。



1c. 制作机器人外壳

选择一张另一个颜色的美术纸，用圆规和剪刀裁出2个圆。这2个圆的半径分别为1英寸和1.75英寸比较合适。把这2个圆放在6.5英寸见方的单独正方形黑板板上，放在中轴线上并黏好。



场地相关问题：

场地的具体大小是与天花板高度相关的，因为相机装在天花板上而我们希望相机正好照满这个场地区域。

我使用的是8个20英寸×30英寸的白泡沫板，如图所示进行了裁剪和拼接，最后得到一个49英寸×66英寸的大小。然后我用6块22英寸×28英寸的黑色海报纸将它盖住。

你也可以试着用4张32英寸×40英寸的黑色美术板来做一个60英寸×80英寸的区域。然后两边裁掉4英寸就可以了。

根据家里地板的颜色不同，有时候在这个场地外放上白色的边界效果更好。

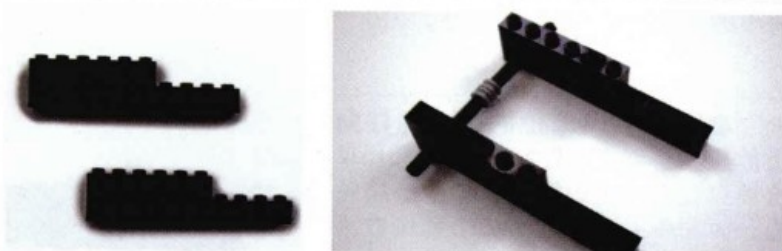
为了易于保存这个比赛场地，可以用刀再将场地分成原来的板块，然后用尼龙搭扣缝装上下面的边，以后就可以很快地安装起来了。

2. 安装摄像头

你应该不会为了装这个摄像头而把天花板钻出一个个的洞，这里给你介绍一个由最伟大的两种材料组成的简单摄像头支架。这两种材料就是乐高模块和胶带。

2a. 搞定如何从电脑中获取摄像头的图像。我用的是Quicktime来控制苹果摄像头ISight。如果你用的不是ISight，你可以用另外一个JMF(Java Media Framework)支持的摄像头或者使用开源的驱动。安装过程可能比较繁琐，不过这是必不可少的一步。

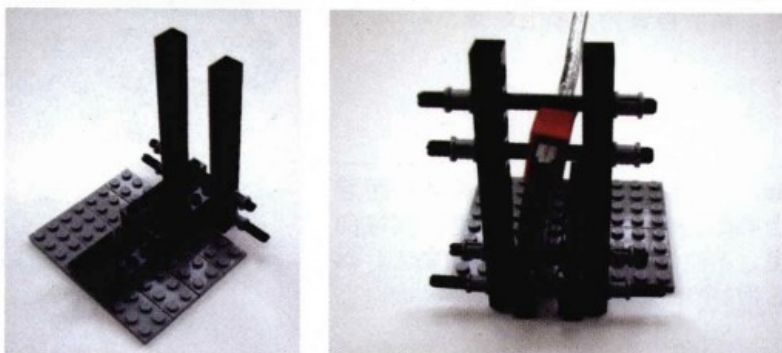
2b. 把两组6单位和10单位的乐高粱连起来。



2c. 在10单位的乐高轴上放两个半轴衬。

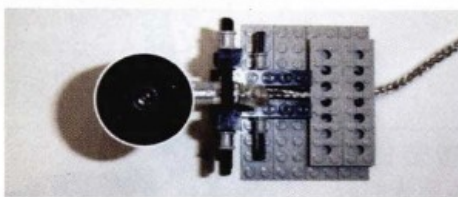


2d. 在4个2×10的乐高板底座上将乐高粱横向咬合住，并将两个12单位的梁竖着穿在轴上，然后在上面再安装一个8单位的轴，用4个轴衬将梁固定好。



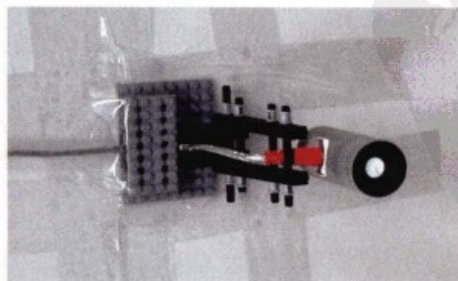
2e. 将一个8单位的轴和轴衬在竖着的梁上往上数8个孔的位置装好。把数据线放在这个轴上，并用另一个轴和轴衬固定好。

2f. 将数据线从梁之间穿过，沿着底座放置。在较矮的一端放两个2×8的灰色带孔板压住，将数据线和摄像头连起来。



提示：乐高足球机器人代码在makezine.com/06/legosoccer有下载。我还在里面放了一个名字是webcampreview.sh的Java脚本文件，这个脚本可以调用Quicktime来预览摄像头图像。里面的readme文件有更加详细的信息。

2g. 拔掉摄像头，用长胶布将整个支架固定在天花板上，并用图钉进一步加固。把数据线沿着墙壁走线，注意用胶布固定。确认支架稳固后再把相机装上去并直接对着下方。



小诀窍：回头从天花板上拆除这个支架的时候可以用去胶剂来清洗。

2h. 在摄像头软件中调出预览窗口，将比赛场地放在摄像头的可视区域中并充满这个区域。

■ 如果需要如何平衡摄像头的焦距和距离，参见makezine.com/06/legosoccer/focal。

3. 组装机器人

3a. 在一个10单位的轴上装3个轴衬、一个链轮然后再装第4个轴衬。这些需要紧靠着放置，第4个轴衬离轴的边缘1.5英寸。

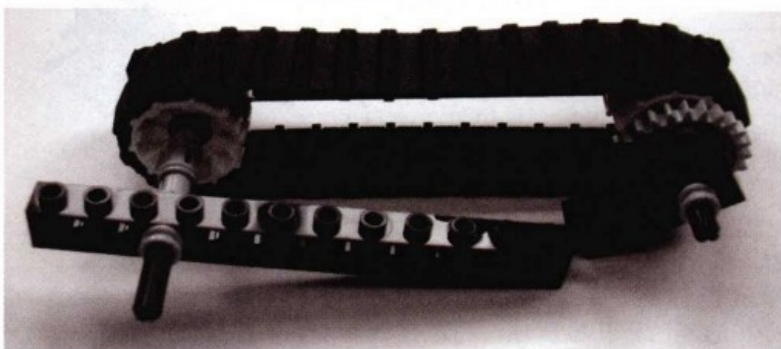


3b. 在一个8单位的轴上装一个销子、一个链轮、一个16齿的齿轮和一个24齿的齿轮，把这些紧靠放置，将小的齿轮推到链轮里咬合住。

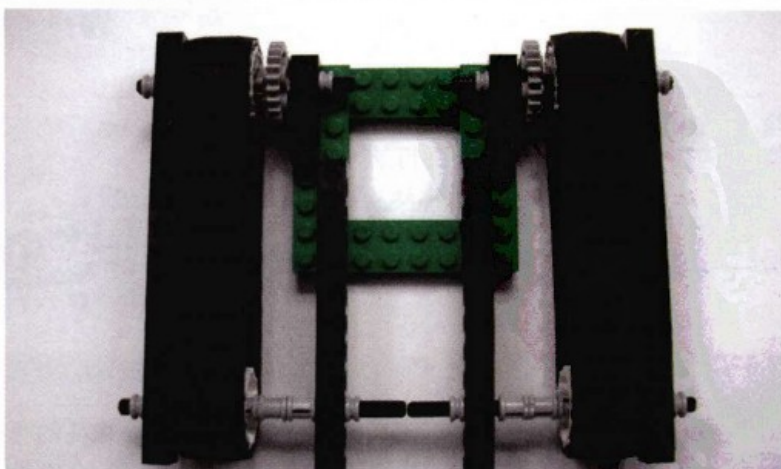
3c. 拿出一个16单位的梁，螺柱向上放置。将刚准备好的8单位轴和10单位轴穿过这个梁的两端。轴的装链轮的一面朝着梁，装在第二个和倒数第二个的孔里。用两个半轴衬将轴固定好，然后再链轮上装上履带。



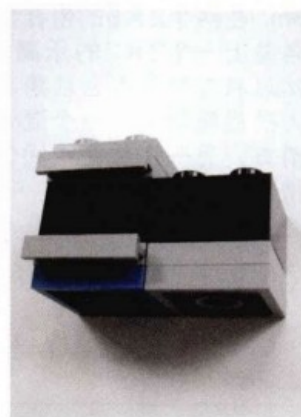
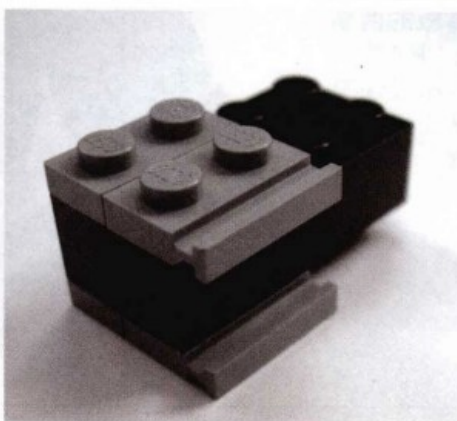
3d. 如图所示，在2个轴的另一面装上4单位的梁和12单位的梁，螺柱向上。4单位的轴装在有齿轮的轴上，然后用2个半长轴衬固定。



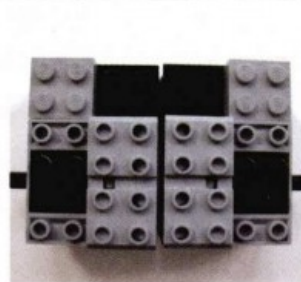
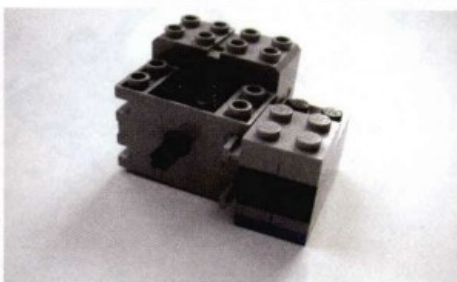
3e. 做一个刚才完成的履带的镜像。然后用4个2×8的绿色乐高板组成一个正方形，把坦克的履带咬合到这个方形上，梁错开一个单位，如图所示。



3f. 机器人的电机模块，需要用两个1×2的带扩展轨道的乐高板并装在一个2×4乐高块的上面和下面，导轨朝外。在两个乐高板的旁边都再放一个1×2的灰色乐高板用于保持接触面水平。

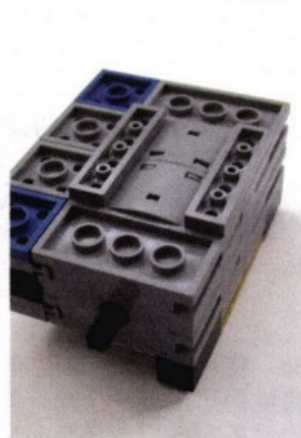
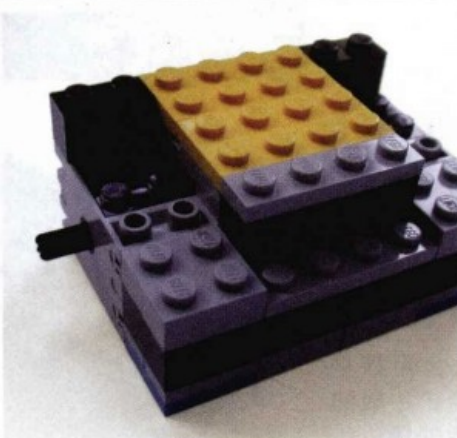


3g. 在上一步的上层1×2乐高板的上面加一个2×2的灰色乐高板，下层1×2乐高板的下面加一个2×2的蓝色乐高板。接着在黑色乐高砖底部坐两个2×2灰色乐高板保持地面水平。



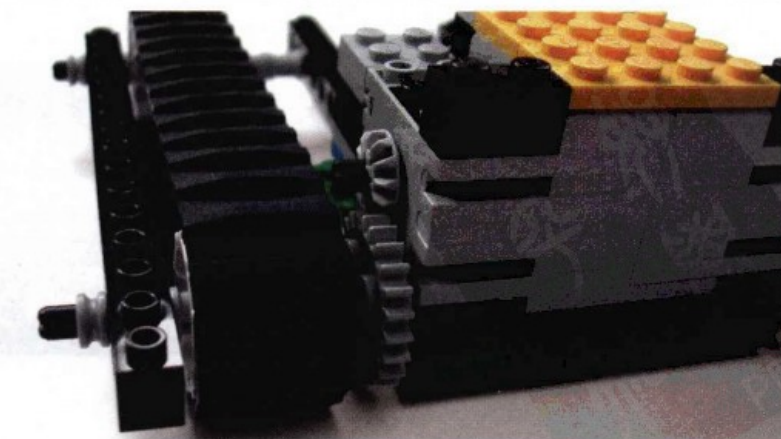
3h. 将导轨扩展装到电机件的一边的槽中。

3i. 重复3f~3h，并装到另一个电机的另一边。将2个电机并排放置，齿轮向外。



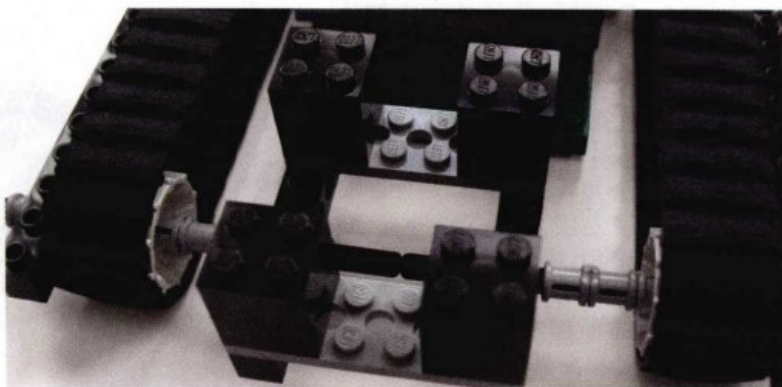
3j. 用一个穿孔的2×4灰色乐高板从顶部将黑色乐高砖连起来，这样2个电机就连起来了。将一个1×4的灰色乐高板叠在一个1×4的梁上并装到2×4乐高板内侧一半上。接下来用2个2×4的黄色乐高板加强这个连接，这样电机上方的平台就搭建完成了。再下来在黄色乐高板的外边缘的两侧各装上一个1×2的乐高砖。

3k. 在整个结构的下方用2个1×4的灰色乐高板将电机连起来。

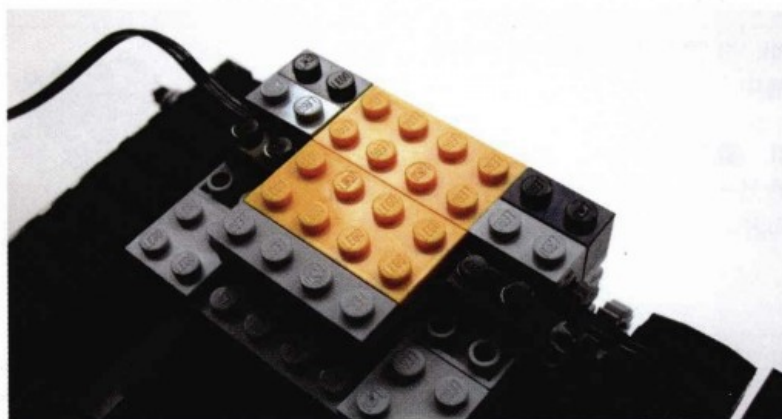


3l. 2个轴上各装上一个12齿的伞齿轮。将电机模块放到底座上，效果为齿轮咬合，电机模块和底座后边平齐。

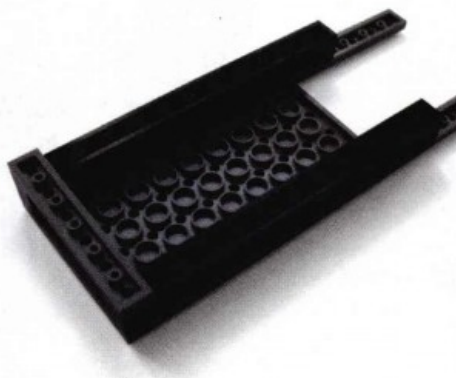
3m. 在两个2×6的带孔乐高板的两端各垒上一个2×2的乐高块，共4块。然后将垒好的混合块跨着电机模块前方的底座梁上，一个混合块在梁的最前方，另一个放在中间位置，用于支持甲板。



3n. 在两个短的线接头（6英寸）上各放一个1×2的乐高板，然后将这个线接头放在电机模块的连接点上，线朝外。



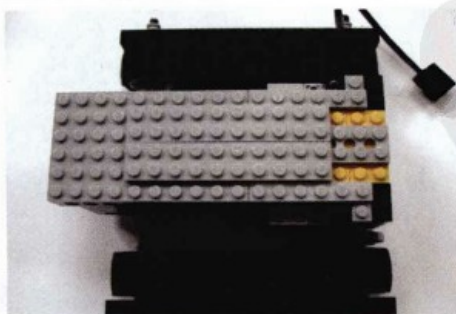
3o. 用两个12单元的梁支撑起一个6×10乐高板，然后用一个1×6的的乐高板从底下连接上这两个梁，再在两个梁的外侧各延伸出一个1×6的乐高板，如图所示。最终形成一个甲板。



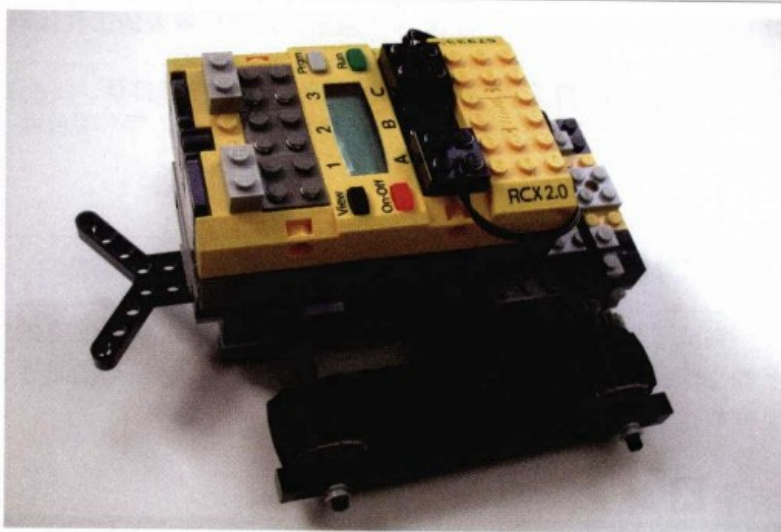
3p. 将甲板固定到底座上，甲板与底座的边缘差一个单元重合，甲板的1×6乐高板成为黄色乐高板的侧边。将一个2×4的带孔乐高板装到黄色乐高板的中间。

3q. 用两个2×10的乐高板装在底座上方中央盖住孔，6×10的甲板留下前面的4个单元没有盖住。

3r. 机器人的抓取臂可以用两个1×9的起重臂成Y形组成，然后用1×2和2×2的灰色乐高板连起来。



3s. 在RCX模块中装入5号电池，并在此模块的#1和#3连接槽上方安放两组1×2的灰色乐高板。将抓取臂安装到机器人前方的灰色2×6乐高板上，并将RCX模块紧固到底座上且机器人前方平齐。最后，将从电机来的电缆与RCX相对连接，线缆包住模块外侧，如图所示。电机左舷连到C，右舷连到A。



3t. 你的机器人完成了。将外壳黏到顶上，小圈代表的头向前。抓取臂要能伸出这个外壳才行，这样才能保证乒乓球从上方的摄像头都是可见的。



4. 下载并安装软件

4a. 安装Java SDK。如果你拿Java编过程序，估计你已经安装了这个SDK。要确认是否安装过，可以在命令窗口敲击Javac和Java。如果没有安装过，可以从java.sun.com/j2se下载最新版本。

4b. 安装LeJOS。从lejos.sourceforge.net下载与你的平台对应的版本。阅读里面的文档，文档里讲解了如何设置Java路径和其他的环境变量。LeJOS网站还有一些很好的指导材料，我们还可以在那里登记参加讨论组。LeJOS讨论组是一个与其他LeJOS用户（包括我在内）保持同步更新的好方法。下载并安装完LeJOS之后，可以打开一个窗口并敲击LeJOS和LeJOSC来确认路径正确。

4c. 下载安装并运行NetBeans (netbeans.org) 或者其他的Java开发环境。我用的是NetBeans来开发乐高足球机器人代码的。

4d. LeJOS并不是Netbeans的默认组件。因此我们需要将其指向LeJOS库。在菜单中Tools->Library Manger子菜单下，创建一个新的库，并把4个LeJOS的JAR文件加进去。这些JAR文件放在LEJOS安装目录下的lib文件夹。

4e. 如此Netbeans就可以编译RCX代码了。我们还需要更改一些项目文件来使用LeJOS编译器参见makezine.com/go/lejos。如果你用的不是Netbeans，也不想定制，你也可以手动编译RCX微处理器的代码。

4f. 从makezine.com/06/legosoccer下载乐高足球机器人的工程代码。

4g. 用Netbeans打开项目文件并编译里面两个项目目录，LegoSoccer和RCXServer。注意只有你将默认设成“main project”才会编译。因此你需要分别选中这两个项目并“set to main project”然后开始编译整个工程。

4h. 将红外收发器安装到计算机上并指向比赛场地。

完成了！一切就位。你用比体育馆里的几杯饮料还便宜的价格搭建了你的比赛场地，你的天花板上的摄像头也安装好了，能实时监控。有一个身材轻巧的选手在场地外大喊：“教练，我要上场！”现在放进去乒乓球开始比赛吧。

结束 X

现在去使用»

乐高足球软件

我们的软件处理球场的图像的时候，主要的任务有3个。第一需要将物体和背景分开。第二定位出物体的类别和他们的指向。第三需要计算出机器人下一步的走向。下面讲述了软件是如何做到这些的。

从图像中识别出各个物体

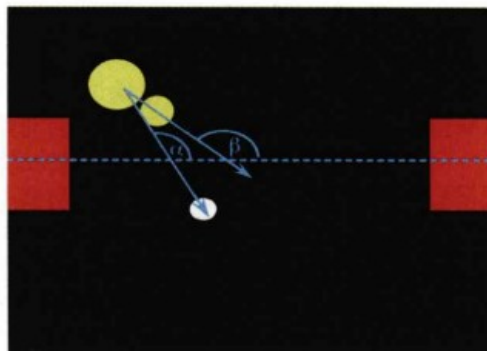
我们看到周边物体后，大脑自动将其转换为一个三维的地图。但是这个过程过于复杂，目前还没有哪个人工智能能达到这个程度。我们使用了黑色的背景和亮色的物体来简化这个过程。这样，我们的软件扫描图像过程中一旦发现亮色的像素，软件就会在这个像素的周边的区域寻找更多阈值之上的亮色像素从而找到一个连续的高亮度区域。然后软件会接着在图像中寻找其他的物体。这就是所谓的纵向优先查找算法，因为算法会在某一个分支一直往下查询直到这个分支查询结束。

识别物体

我们需要知道哪种颜色是球门，哪种颜色是机器人的头和尾，哪种颜色是球。我们通过查看这些物体的颜色和形状来做到这一点。我们的物体识别进程首先判断每个物体的边界区域，也就是包含整个物体的方形区域。如果这个边界区域的宽和长相等，那么我们大概可以判断这是一个圆或者一个球，而不会是长方形的球门区。我们还可以通过比较边界区域的面积和物体区域的面积来做进一步确认，如果物体区域的面积明显小于边界区域，这个物体很大的可能性就是圆的，而边界区域包括了边角上物体没有填充的部分。由于图像有噪声在，这些简单的测试如果遇到正方形的话可能导致误判，这也是为什么我们将球门长宽比选择至少为1.5的原因。

计算下一步的走向

现在我们需要告诉机器人下一步干什么。首先我们需要定位机器人的位置和朝向。我们用2个圆的圆心连线的中点代表机器人的位置，而用圆心连线与x轴的夹角来表示机器人的朝向。定义机器人头（小圆圆心）坐标为 x_1 、 y_1 ，机器人尾（大圆圆心）坐标为 x_2 、 y_2 ，斜率= $(y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$ 。

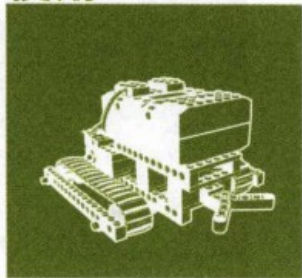


机器人与球的角度 α ，是机器人和球连线斜率的反正切。这个角度和机器人目前的朝向 β 决定了机器人应当如何转向。

用类似的计算，我们可以让机器人去击打球，防止碰撞或者玩其他花样。由于通过红外传输图像和处理图像都需要时间，这些动作不是很快。这里我们可以看看乐高机器人的极限能有多快。

我们的软件定义了一个Java类，包括了所有这些底层行为的方法。这些可以顺次地通过命令行的简单的脚本来调用。这些脚本有gotoball.sh、gotogoal.sh和goalshot.sh。

使用



灯光、 摄像头、 机器人

放手前的学习

我们可以通过计算机远程控制机器人，也可以通过我们的软件自动控制。但是在现实世界里，不完美甚至糟糕的事情屡见不鲜。比如说机器人接收到的命令是转90°，但是它转了80°或100°，因此准备好进行必要的错误诊断。如果红外收发器硬件出错了，我们需要重启。如果机器人背向红外收发器的时候连接不上，我们需要在机器人的另一面装一个光亮的反射面。要是球不停地滚动，我们可以将它搞凹让它只能滑行。

远程控制的比赛

- 1.在场地上放一个乒乓球，要想得到比较理想的结果的话，可以将球上的各种标识都擦掉。
- 2.在Legosoccer源代码里，运行control.sh脚本。这时屏幕上会出来一个图形界面，你可以用键盘的快捷键。W是前进，A是左转，S是右转，Z是回退。
- 3.远程控制你的机器人，试试能否进球。注意“磨刀不误砍柴工”，好好计划如何动作，这样能有一种得心应手的控制感觉。
- 4.如果有2个机器人的话，你可以和朋友对战。不过注意要在代码里给不同的机器人不同的ID号。否则这2个机器人会收到同样的命令也会执行同样的操作。

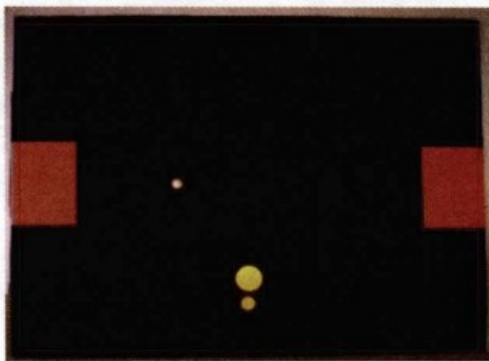
自动比赛

想要机器人自动地完成比赛的话需要一些环境上的调整，包括灯光、纸张的颜色等待。另外需要保证球场内干净整齐，场地里的裂痕，残留的胶水等都可能干扰到软件的判断。Legosoccer源代码里的readme文件里有一些这方面的建议。

- 1.在终端窗口中运行servertest.sh脚本，并遵循可能

弹出的诊断信息。一切顺利的话，你会看到类似下图的场地的抓图，里面每个物体都附有边界区域。用这个图来调整摄像头视野的对中。

- 2.运行gotogoal.sh脚本，你会再一次看到场地和更多的信息。一切顺利的话，你的机器人会掉头向着



球门。把你的机器人放到场地内的任意一处，运行gotogoal.sh脚本可以看到它朝着球门运动。

- 3.除了gotogoal.sh之外，还有两个动作脚本。无论机器人在什么位置，Gotoball.sh可以让机器人朝着球运动并推动球。Goalshot.sh脚本可以调整机器人球和球门为一线朝向球门并射门。

在进一步的编写代码过程中，你还可以添加更多的行为脚本。编写代码会有一定的工作量，不过看到的结果完全值得这个投入。

资源

布莱恩·巴格诺尔写的《Core Lego Mindstorms Programming》是一本很好的介绍Java编程、乐高mindstorm和LeJOS的书，作者本人是LeJOS的创造者。

瓦伦蒂诺布·莱滕贝格写的《Vehicles》是一本经典的关于底层机器人行为的书，非常启发人的思考。

张拉塔

威尔·迦斯泰勒

用销子和弹力绳做一个似乎违背物理学定律的“针塔” >>

准备：第90页 制作：第91页 使用：第97页

你能搭多高

美国华盛顿特区的Smithsonian Hirshhorn 博物馆中展出的最引人注目的雕塑中有一个悬浮着的、60英尺高的针塔，针塔为格子结构，用铝管和紧绷着的不锈钢绳构建成。

雕塑家肯尼斯·斯内尔森的这个作品看起来很脆弱。从常识上判断，这个塔可能会倒掉或者向内坍塌。但是这个雕塑自从1968年以来一直健在，历经大风甚至风暴都没有问题，期间甚至还有人偶尔爬上去过。

这些组成这个塔的棍子飘在半空中，只是通过一些线相连。这个雕塑没有人拉着，也没有固定在地面上。除了自己内部的这些棍子，这个雕塑没有系在其他任何东西上。这个事实让我们思考这样的问题，结构内部哪些地方在拉着另外的哪些地方？整个结构又是如何站立的？

威尔·迦斯泰勒是本书的忠实作者，他的新书《Adventures from the Technology Underground》2006年1月出版。

认识张拉模块Tendule

张拉整体是指用张力线将不少于3个棍子固定起来的结构。结构中这些棍子相互间不能接触。



从风筝结构到最简单的张力结构只有一小步。我把这个简单而优雅的结构叫做张拉模块（见图2）。

张拉模块的内部有3个压力件，组成了一个稳定的三维建筑结构（这与风筝型的不同）。这个也是Snelson针塔和其他张力结构建筑的基本构成单元。

张拉模块中的3个重要部件如下：

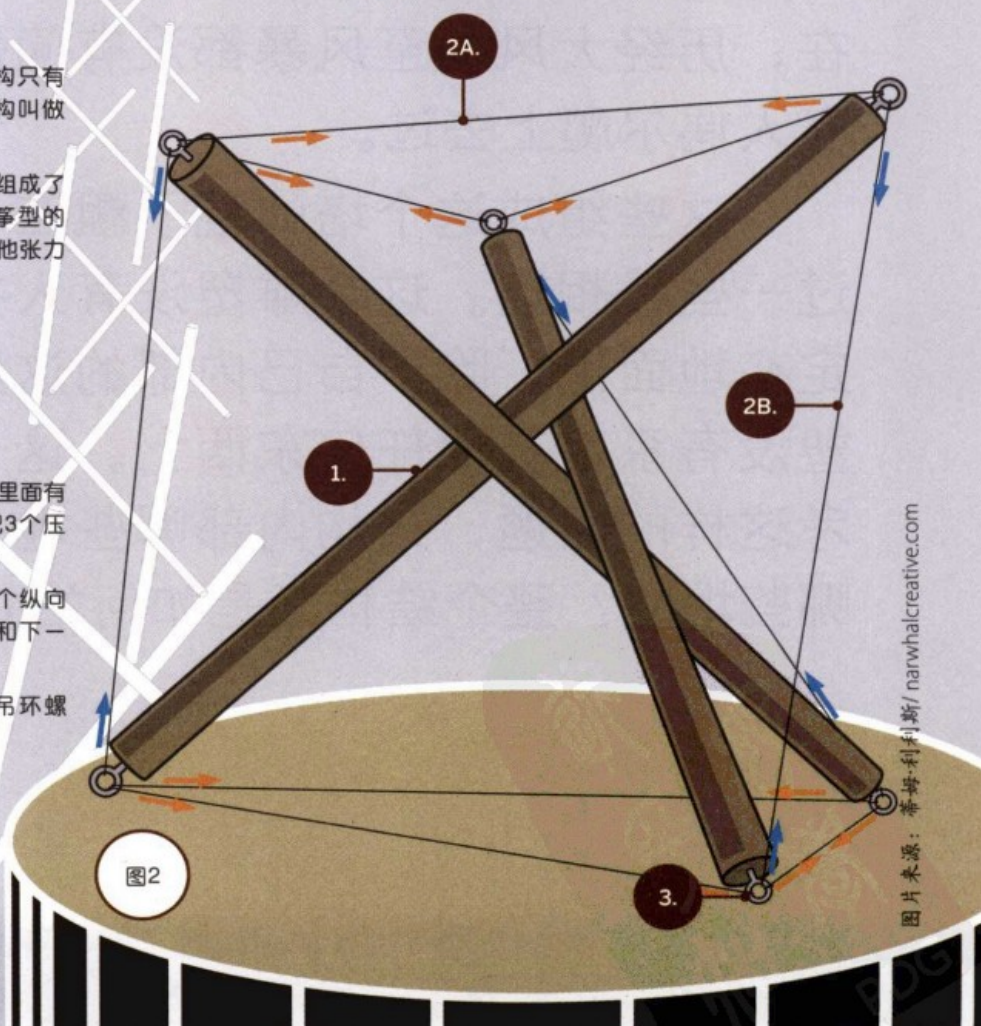
1. 压力件，木头销子。

2. 张力件，弹力绳，包括：

A. 绳子组成的三角环，每个张拉模块里面有2个三角环，都处于水平面上，并把3个压力件连接起来。

B. 纵向绳，每个张拉模块里面有三个纵向绳，这些绳子把一个压力件的一端和下一个压力件的另一端连接起来。

3. 张力压力结合点（我们用的是吊环螺丝）。



飘浮压力结构历史简介

要想理解斯内尔森的作品比如“针塔”，我们必须了解一个通常被称为“张拉整体”（Tensegrity）的概念。这个词由张力（tension）和完整（integrity）拼成。这个新词由巴克明斯特·福勒（Buckminster Fuller）发明，他酷爱将一些单词拼接得到新词，他还发明过比如“Dymaxion”（动态最大张力，由dynamic和maxium tension构成）、“Synergetics”（协同几何，由synergetic和geometry组成），还有“sunsight”（由太阳sun和firstsight组成）。

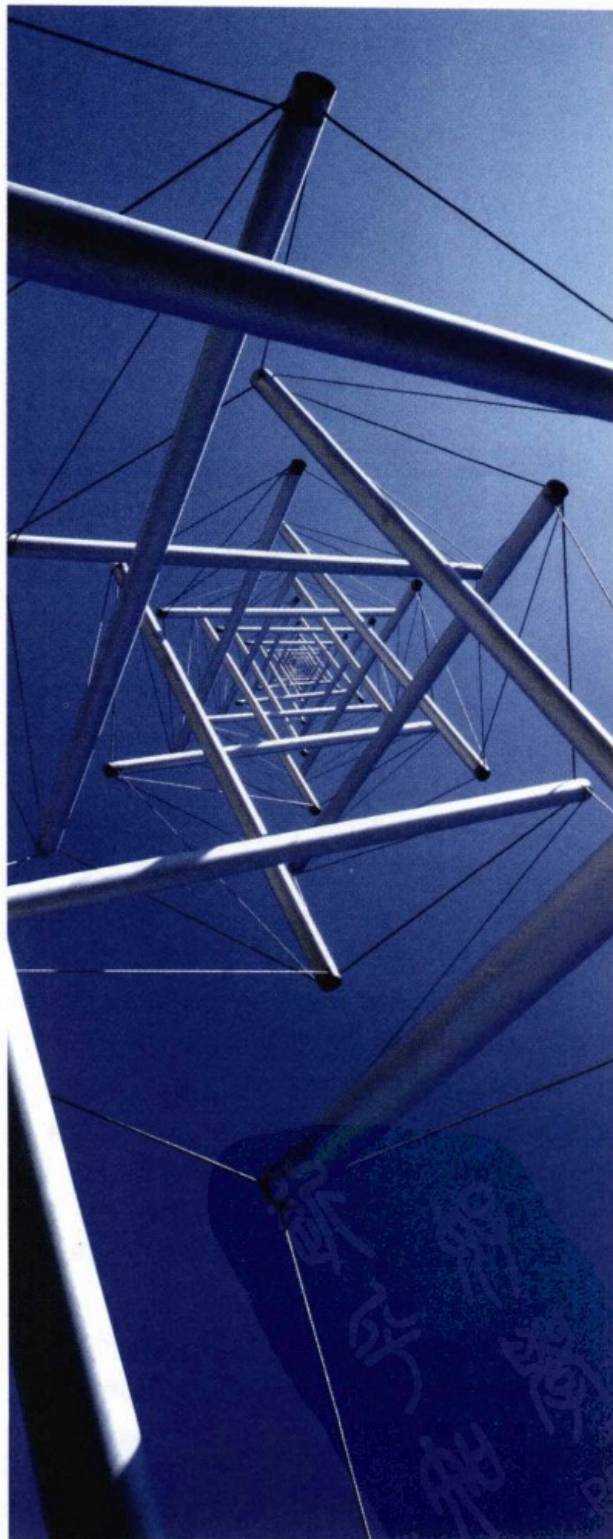
张拉整体的来源

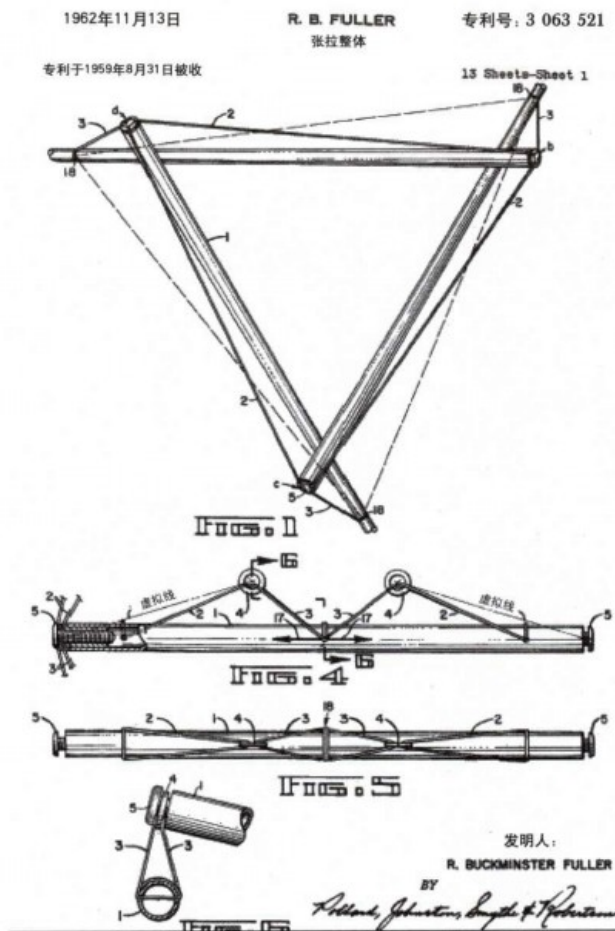
有些作家声称“张拉整体”的概念是斯内尔森在1948年首次提出的，当时他正在描述一种他用于建造“飘浮的压缩物”结构的技术。斯内尔森对福勒谈了一下他的想法，福勒立刻意识到这种想法的新颖性和可行性。福勒是一个起名字的专家，于是他将这种用张力绳将压力件固定的结构起名为“张拉整体”。

1961年福勒创造并推广“张拉整体”概念的时候，显然没有征求斯内尔森的意见。事实上，科学界、艺术界和建筑界对谁是这个概念的发明人一直有争议。斯内尔森本人总是大肆宣扬地说声名赫赫的福勒或多或少地篡夺了他的概念，并否认了他的功劳。而福勒的粉丝们对声称除了福勒之外的任何人是这个的发明人的说法都嗤之以鼻。

也有一些人认为这个概念在两人之前就已经出现，有人将其归功于一个声名不显的拉脱维亚艺术家（Karl Loganson），认为他在20世纪20年代早期就提出了这个概念，也有人将其归功于法国建筑家大卫·乔治·埃莫里赫（David Georges Emmerich），认为他在20世纪50年代开始研究并完善了张拉整体的基本结构。

关于张拉整体的争论很多，文献也纷繁复





杂，想要找到张拉整体的真正出处也比较困难。估计这些人中绝大多数都对发展这个概念有所贡献，事实上埃莫里赫、福勒和斯内尔森在20世纪60年代都对这个技术的不同方面发表了专利。

现在看起来大家对这个想法的最佳用途有不同的看法。Fuller最初的是想将其应用于工程领域，特别是他著名的球状（Fuller体，译者注）或拱顶状的外壳上（如测地线结构）。埃莫里赫是一位建筑家，他主要对张拉整体在建筑结构上的用途感兴趣。肯尼斯·斯内尔森则是一位艺术家，他主要想把这种结构用于赏心悦目的雕塑创作。

不管到底是谁首先发展了这些概念和原理，张拉整体制作过程很有意思，做完了也很好看。

做一个飘浮塔

曾经只是为了酷而做过一些东西么？英语里

有一个词叫“folly”，指的是一种没有太大实际价值，只是因为有趣和与众不同而彰显价值的活动。我们制作爱好者们做的就是这些不同寻常、价值不大却非常吸引人的工程。如果你是我们杂志的老读者的话，我想你应该明白我的意思。这个张拉整体就是一个这样的工程。

要注意的是下面的这个工程可能导致上瘾。你掌握了下面展示的技术后，很可能会去自己制作大量的张拉结构。同时要告诉大家的是，第一次做这个会比较麻烦。绳子有可能断掉，组成整个结构的模块可能不均衡或者倾斜，做出来的塔可能倾斜甚至坍塌。当然最终这个结构会成功，而且材料选择可以更加宽容，细微的调整和强力的对中也就可以将一些对不上的情况纠正过来。

一些背景材料

我是1996年读《物理教师》这本杂志的时候第一次见到张拉整体的概念的。当时那篇文章的作者是一个密歇根大学的教师，他讲述了在Hirshhorn博物馆看到斯内尔森的针塔后的迷惑。作者也提供了一些指导和草图以便读者可以自己搭建一个小规模的看起来很脆弱的半刚性的可以飘在空中的柱体。

我自己做的时候却不太成功。看起来完成这个结构需要“千手观音”才行，我的结构毫无例外地塌掉了，有的刚开始做就塌了，有的快成功的时候塌了，总之没有一次成功过。

所谓坚持就是胜利，我最后找到一种比较容易复制这个模型的技术，两只手就够了。

建造张拉结构

福勒在1962年的美国专利申请中这样描述张拉结构：“通过组成三角形的拉力件将多组每组3个的互不接触的张力柱体组合在一起”。嗯，描述得这么复杂，难怪张拉结构看起来很难完成。

令人欣慰的是，很多其他的艺术家和科学家也给出了张拉结构的定义：



张拉结构是一种利用拉力绳将不少于三个的棍状物组合在一起的结构。这些棍状物相互不得接触而仅仅通过拉力线来固定形成一个稳定的半刚性结构单元。

这个定义看起来就比较容易理解，给出了是否使用了张拉结构的几个条件。接触多了之后，虽然用语言准确描述还是有些困难，但判断一个结构是不是张拉结构却很容易的。借用最高法院法官Potter Stewart 1964年的说法，我不会再去定义这个材料，我看到的时候自然就知道了。

飘浮的压力模型

张拉结构可以用很便宜的材料，比如硬木销子和弹力绳，甚至是橡皮筋和铅笔来搭建。豪华一点的有时会用黄铜棒和钢轴。

这篇文章里面的所有张拉结构体都是用一种基本的叫张力模块的构成（仿照Fullerian的话，我将它称为张拉模块Tendule）。张拉模块

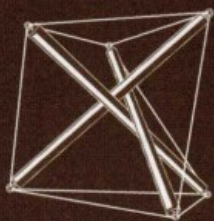
由3个能承受压力的棒和5个三角形的能用于承担张力的绳子构成。根据组装方式不同，我们可以用这些来组成塔、桥甚至更加豪华的空间结构。

在组成大型结构时，张拉模块结构利用了浮动压缩原理。棒子间并不接触，但是可以通过拉力线网将各个力分给每一根棒子。由于线很细而棒子较粗，看起来就像这些棒子直接飘在空中，给人一种特别新颖的空间愉悦感。

建造张拉塔

接下来的章节详细描述了建造斯内尔森的针塔所需的原料和技术。这种模型有4层，当然如果我们想做低于4层的也是没有问题的，而Hirshhorn博物馆的针塔有15层。

准备



材料

5m长的直径0.8~1mm的透明塑料弹力线。我用的是Pepperel Braiding公司的弹力线，大多手工店都有。



36英寸长直径5/16英寸的木销子3个。其他直径的也能用，只是我觉得这个直径的最后看起来最舒服。



#214号的吊环螺丝24个。



1盒中等大小的橡皮筋。

胶纸带或者绝缘胶带（可选）。

喷漆（可选）。

木质或瓦质的基座（可选）。

工具

手锯

标准钳或者大力钳

小螺丝刀

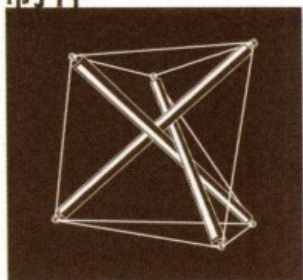
电钻

5/64英寸的钻头

剪刀



制作



搭建一个 张拉塔

开始>>

时间：1天 复杂度：低

1. 制作压力件

在张拉整体中，张力（拉力）和压力（推力）是完全分开的。结构中的压力都由硬木销子承担。

1a. 用手锯将木头销子锯成8英寸长。



1b. 用钳子或螺丝刀将吊环螺丝的环稍稍拉开。



1c. 在销子的两端都钻上5/64英寸的孔，深度要足够将吊环螺丝的杆完全埋入。



小技巧：在销子的两头都缠上胶布防止开裂。

1d. 将吊环螺丝装进这些孔中，塔每层要3个销子，4层的塔就要12个销子。



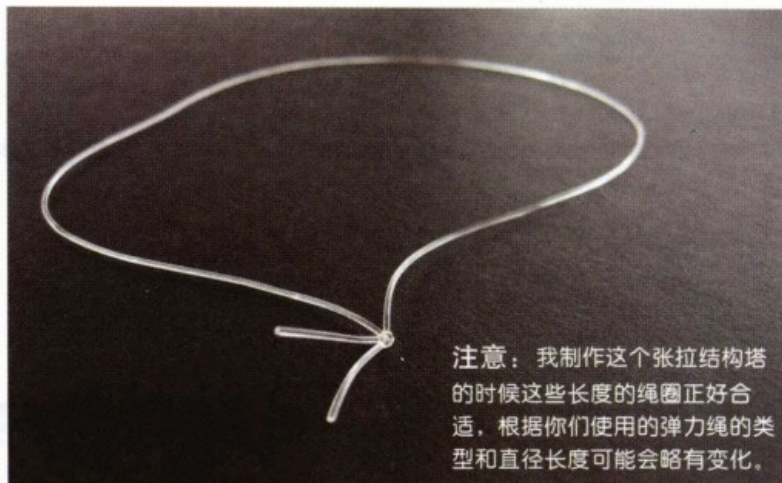
2. 准备绳子

结构中的张力是由弹力线的绳圈提供的。线的包装里应该有如何用这个绳子结环的说明。如果没有的话，试试平结或者双手反结，尽量拉紧。

2a. 选用8根15英寸长的弹力绳，结成8个绳圈，打结的时候边上留大概一个英寸的长度，这样每个环的长度大概比15英寸略短。由于这个绳子是有弹性的，做绳圈的时候稍有偏差也问题不大。

2b. 将9根8英寸长的绳子做成绳圈。

2c. 将12根10英寸长的绳子做成绳圈。



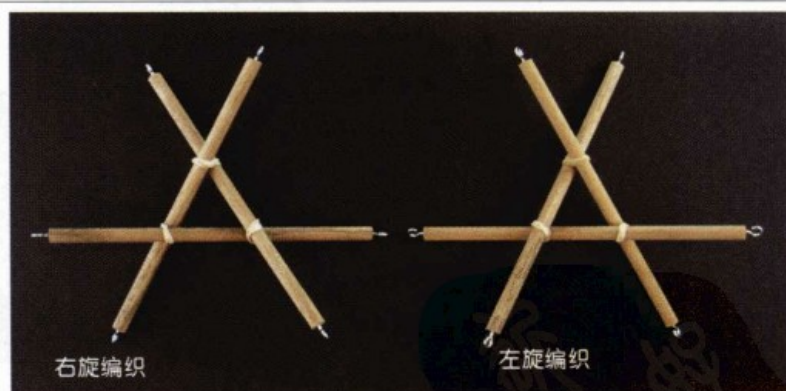
注意：我制作这个张拉结构塔的时候这些长度的绳圈正好合适，根据你们使用的弹力绳的类型和直径长度可能会略有变化。

3. 搭建编织三角

张拉模块开始是由3个销子来组成一个初步的编织三角。我们会总共制作2组左旋三角和2组右旋三角。

3a. 在每个销子离两头各3英寸的地方做个记号。将这些记号对齐就组成了一个左旋三角。用橡皮筋绑住标记点。同样的操作完成第2个左旋三角。

3b. 现在还是把标记点对上来做右旋三角，并同样用橡皮筋绑起来。同样的操作完成第2个右旋三角。现在手头就有4个扁平的编织三角了，两个左旋两个右旋。回头要想做更高的塔，可以多做一些。

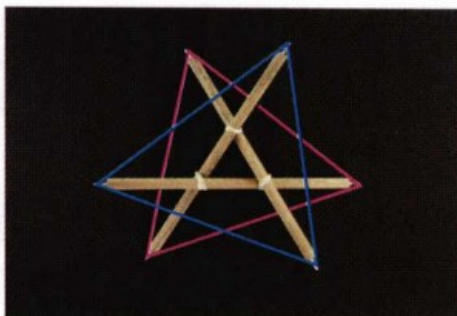


注意：橡皮筋固定只是暂时的，完成之后需要剪掉。

4. 形成绳圈三角

绳圈三角是用弹力绳做的，下面的图中，编织三角是由木头销子组成的，绳圈三角标着红色和蓝色的。

4a. 把15英寸的绳圈加到上层的一个编织三角的吊环螺丝上（图中蓝色所示）。然后将另一个15英寸长的绳圈加到下层的编织三角的吊环螺丝上（图中红色所示）。注意顶层和底层的弹力绳是如何构成这两个绳圈三角的。

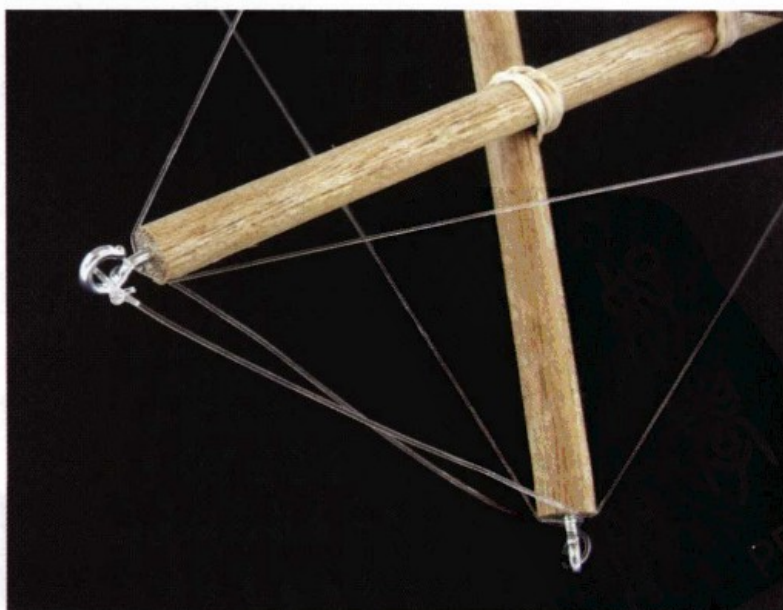


4b. 组成绳圈三角的最好的办法是每个螺丝座上只绕一圈。理想的效果是绳圈三角的绳子被拉紧但是分布平均，三截绳子的拉力大约相等。想检查这个拉力的话可以用手指弹一下绳子，听一下音高。音高如果相同的话，每段绳子的拉力应当也是相同的。

4c. 绳子拉力不同的时候可以通过将绳子在螺丝上再绕几圈来调节。虽然绳圈对编织三角有一定的水平力，橡皮筋应当能固定住不让销子移动。如果这个编织三角开始移动或者不稳定的话可以再加强一下橡皮筋。

5. 装纵向绳

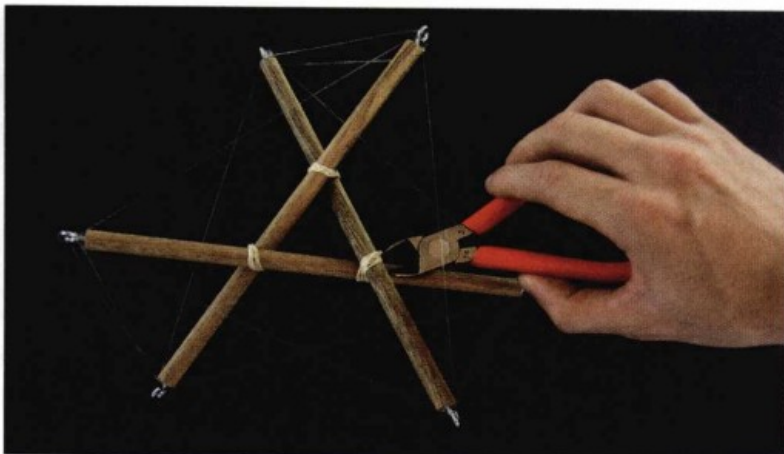
用一个10英寸长的绳圈连接每个顶层的吊环螺丝和与它最靠近的底层吊环螺丝。这个时候这个纵向的线是松着的。开始你可能需要将这个绳子在吊环螺丝上绕几圈以免其滑落。



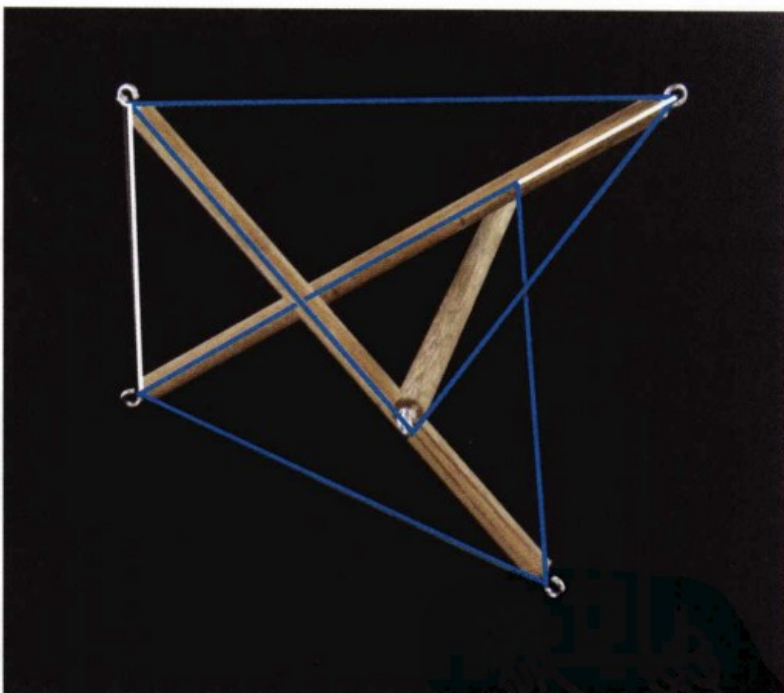
6. 形成张拉模块

张拉模块是搭建张拉整体的最基本的单元。每一个张拉模块都是一个张拉结构，能够稳定站立。大型的张拉整体结构都是由这些小的张拉模块连接而成的。

6a. 用剪刀小心地将橡皮筋剪去，最后一根橡皮筋剪去后，这个时候顶层和底层的绳圈三角的拉力会将整个模块拉成三维的形状，而纵向绳子上会限制住这个变化的范围。这样就得到了一个类似框的形状。横向张力件（绳圈三角）和纵向绳之间达到平衡后就将压力件拉成了一个半刚性的3D张拉模块。



6b. 弹一弹塑料绳的拉力并调整其在吊环螺丝上绕的圈数直到形成框的形状为止。顶层和底层的张力三角如蓝色所示，纵向的连接线为白色所示。



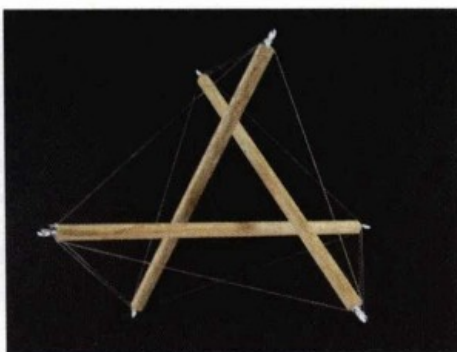
6c. 如果张拉模块下垂的话，将顶层和底层的三角绳圈在吊环螺丝上再绕几圈，同时也减小了纵向连接上的拉力。我的经验是，做这个张拉整体塔的最难的一点就是如何调整线上的张力。调整一根线会影响到其他线。这简直就是用手来玩“数独游戏”，需要调试很多次才行。

6d. 刚开始的时候每个吊环螺丝上只用绕一圈就可以了。而且开始的时候不需要绕多少圈，因为多绕了之后一个面会特别紧，从而导致其他的面上不能对齐。



6e. 每次调整完后都弹一弹线检查一下，直到所有线的拉力都平均分布，最后的形状也是想要的框形。

6f. 搞清楚怎么调整线上的力而完成一个不错的张拉模块后，再做三个。



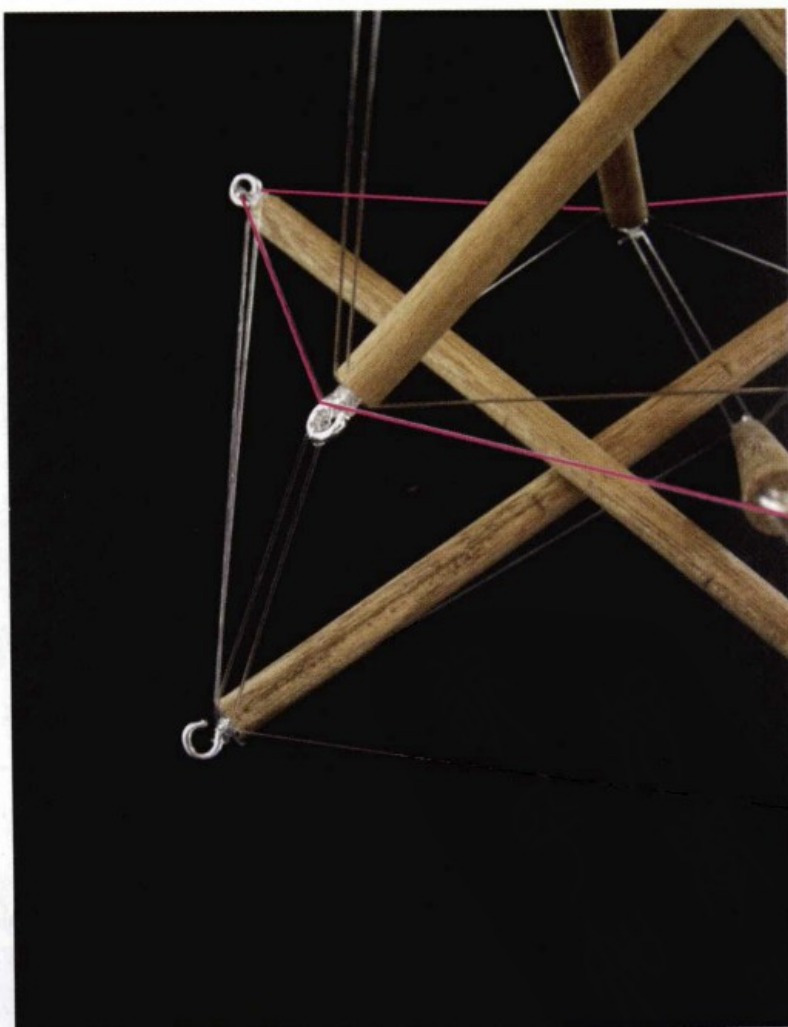
7. 搭建张拉塔

搭建张拉塔其实就是将一个个的张拉模块垒起来，次序为一左旋、一右旋依次间隔。每个张拉模块，都是通过绳圈三角将其和上层、下层的张拉模块连起来。这就意味着我们需要加上更多的张力件（更多的弹力绳）来连接各层以形成稳定的三角。

7a. 把一个张拉模块放在底下，选一个相反旋转方向的张拉模块放到这个模块上。旋转上方的张拉模块使其吊环螺丝能触到底下的张拉模块上螺丝间连线中点。将上方的张拉模块的螺丝穿上下面的三角绳圈（如图中的红色所示）调节绳子在螺丝上绕的圈数使得所有的绳子上的力相等。

7b. 同样的将第3个和第4个张拉模块装上去，每次都要换一个旋转方向的张拉模块。

7c. 所有的张拉模块都装完之后，是将整个塔装上三角使之坚固的时候了。这个时候用剩下的9根8英寸的绳圈在行之间形成稳定的三角。操作时用这个绳圈连上每个张拉模块下层的螺丝和其直接下方的螺丝。



7d. 图中的彩线表示的就是如何在两个下层的张力件和一个上层的张力件之间形成稳定的三角的。

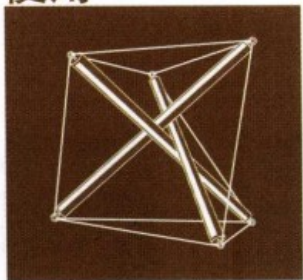


7e. 调整所有的线使得每个张拉模块上的拉力均匀，张拉模块之间连线上的力也均匀分布。再次去弹一弹这些线听下声音。如有必要，还需要进行线的松紧调整。

7f. 调整完毕后，整个张拉塔应该是稳定而水平的。



使用



让你的世界充满张拉塔

提示与诀窍

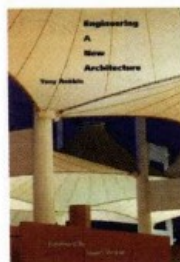
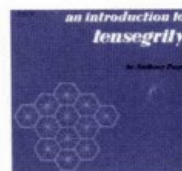
1. 通常要调整张力很多次才能让张拉模块直着站立，要有耐心地进行调整。
2. 一旦基本的技能掌握后，我们可以尝试不同长度的张力件和不同的拉力来形成有趣的形状。比如说可以用方形和5边形的编织结构，尝试相邻张拉模块张力件长短不一的情况，也可以试试同一个张拉模块中张力件大小各异的情况。

进一步研究参考

张拉塔是一个很有意思的话题，想进一步研究也有很多的参考资料。

书籍：

《张拉整体简介》（An Introduction to Tensegrity）作者 Anthony Pugh，加州大学出版社 1976年出版。



《建造一个新的架构》（Engineering a New Architecture）作者 Tony Robbin，耶鲁大学出版社 1996年出版。

福勒和斯内尔森 对张拉整体的定义对比

张拉整体是一个新词。由张力（tensional）和整体（integrity）组成。这个词指的是一种结构关系，这种结构的形状是由系统有限的连续而闭合的行为而不是由离散的压缩的组件行为来保证的。张拉整体可以继续扩展而无须破坏整体性。

——巴克敏斯特·富勒
《张拉整体》第372页

张拉整体描述的是一个由1组3个或更多的长形压力体和张力的腱网组成的闭合结构。在这个结构中，这些部件相互支撑而互不接触，向外挤压腱网中的节点而形成了一个坚固的基于三角形的张力拉力共存的单元。

——肯尼思·斯内尔森
Kennethsnelson.net/faqs/faq.htm

网站：

Kenneth Snelson 的网站：Kennethsnelson.net

Burckminster Fuller的网站：bfi.org

张拉整体实用指南（PDF文件）：angelfire.com/ma4/bob_wb/tenseg.pdf

其他资料：

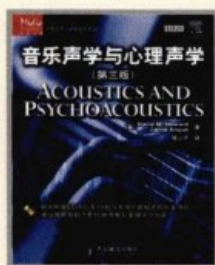
图像与社区：tensegrity.com

如何用吸管搭建张拉结构：georgehart.com/virtual-polyhedra/straw-tensegrith.html

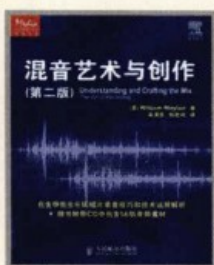
hirshhorn博物馆：hirshhorn.si.edu

张拉单元：makezine.com/go/cell

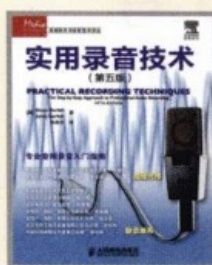
音频技术与录音艺术



978-7-115-21677-9
定价: 75元 (含光盘)



978-7-115-20087-7
定价: 78元 (含光盘)



978-7-115-21718-9
定价: 88元



978-7-115-21641-0
定价: 68元



978-7-115-20920-7
定价: 68元



978-7-115-20948-1
定价: 45元



978-7-115-19148-9
定价: 48元



978-7-115-19039-0
定价: 58元 (含光盘)



978-7-115-18556-3
定价: 180元



978-7-115-19359-9
定价: 180元

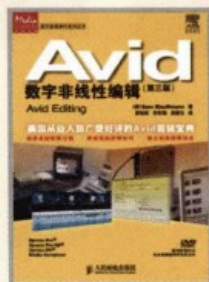
影视制作与导演制片



978-7-115-21935-0
定价: 58元



978-7-115-21934-3
定价: 58元



978-7-115-20953-5
定价: 80元 (含光盘)



978-7-115-19122-9
定价: 28元

网上购买

卓越亚马逊网上书店: <http://www.amazon.cn>

当当网上书店: <http://book.dangdang.com>

互动出版网: <http://www.china-pub.com>

邮购热线: 010-67129212

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

地址: 北京市崇文区夕照寺街14号A座

邮编: 100061

咨询电话: 010-67132837



在你有一大堆电子邮件没有处理的时候时间过得真快

该是处理电子邮件的时候了

用“时钟”来监控收件箱里未读邮件的数量

汤姆·伊戈

我对电子邮件深感忧虑。每收到一封邮件就意味着我的生命又失去了1分钟，我却还是必须常常去查一下邮件。有鉴于此，我决定自己做一个查询未读邮件的小东西来体现我的忧虑。我一直很喜欢装发条的东西，因此我把这个东西做成了一个时钟的样子。新邮件每多一封，钟的指针就会无情地向前走一点。

我想到的基本设计是这样。这个时钟将由一个微处理器控制，而微处理器与以太网相连，并调用程序查询邮件账户。查询程序会返回一个值，代表未读邮件的大小，对应未读邮件的每1 KB时钟就向前走1小格。就这么简单。

自己要做这么一个东西的话，需要知道怎样对微处理器进行编程，还得懂一点基本的网络编程。想了解微处理器编程的话，可以看看我的书《物理运算：用计算机来感知并控制物理世界》。对于网页编程，我是拿Perl语言写了一个CGI（Common Gateway Interface公共网关接口）脚本，大家也可以用PHP、Python、Ruby或者其他语言来写这个CGI脚本。

开始制作

我首先去寻找一个驱动时钟的最简单的方法。小心地将时钟拆开后，我检查了一下里面

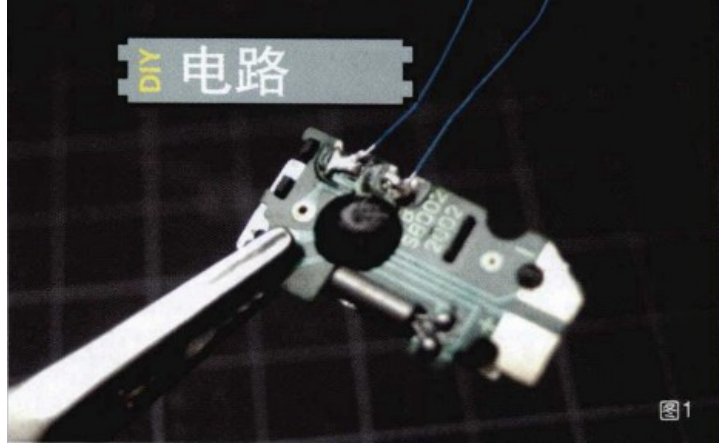


图1

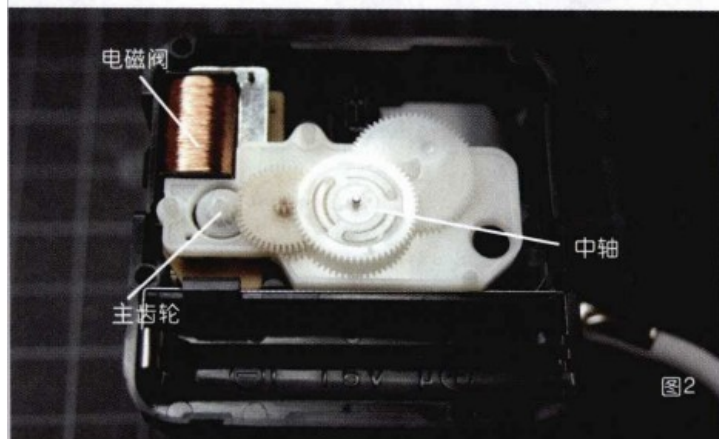


图2

图1 电磁阀触点上焊着线。注意中间封着的未知芯片和下方的晶体

图2 基本的石英钟的工作方式

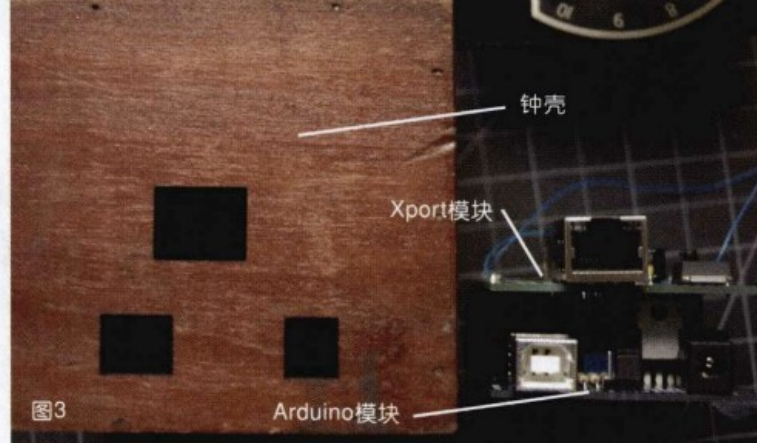


图3

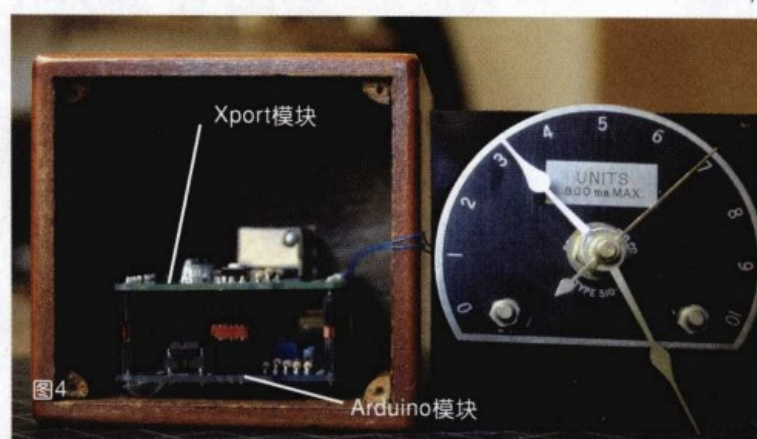


图4

图3 邮件钟后视图，可以看到钟壳上钻出的以太网出口，电源出口，还有用来给Arduino控制板编程的USB-B

图4 把钟壳前面板去掉之后的时钟前视图

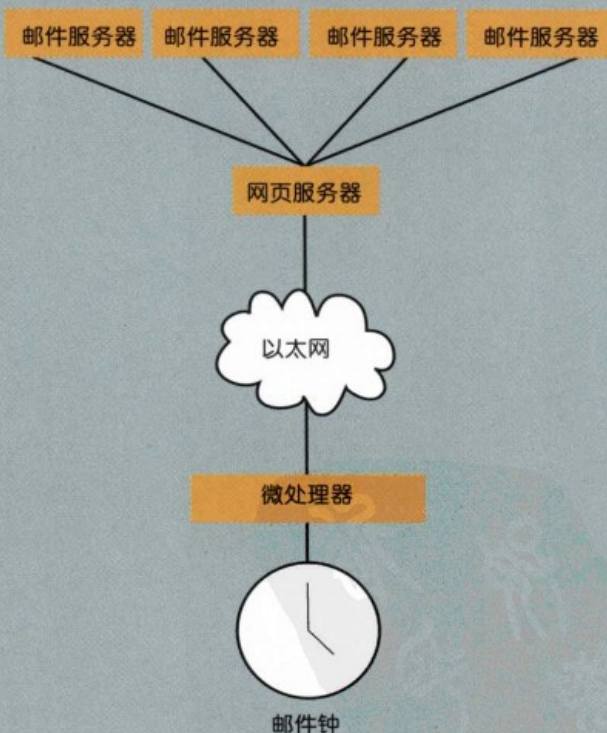
材料：

我挑选来做邮件钟的基本材料包括：

微处理器：我用的是Arduino模块 (arduino.berlios.de)。这个模块是一个基于Atmel ATmega8微处理器的开发板，上面也提供了输入输出口。Arduino的编程语言和开发环境和另一个简单模块Wiring一样，区别在于Wiring是基于ATmega128。我选的是Arduino，因为最后肯定会自己去做电路板，而ATmega8比ATmega128要好焊很多。

串口以太网转换器：我没有自己为Arduino板写TCP/IP协议栈，而是找了一个现成的硬件：Lantronix的Xport串口以太网转换器。这个转换器可以在以太网和微处理器的串口间传递数据。要是不想焊接的话，我还推荐Cobox Micro，这个和Xport的编程接口一样（可以直接使用telnet），而物理接口更简单。

时钟：本来我想自己做一个机械钟的，但是实在没有时间。于是我找了一个便宜的石英钟，把里面的东西拿出来并把驱动轴和一个古董测试仪的钟一样的轂连在一起。



系统框图。CGI脚本查询我的邮件账号，并返回未读邮件的大小。微处理器调用这个脚本并根据返回值相应驱动邮件钟的指针。

的电路，发现电路中间有一个塑料封着的未知芯片。不过我找到了时钟驱动其他齿轮的主齿轮，这个齿轮是用电磁阀控制的。电磁阀的两个触点很容易分辨，我觉得只要将脉冲送到这两个触点，时钟就应该可以正常地动作了。

我把一些引线焊到了电磁阀的触点上，然后把钟放了回去。接着我绕开未知芯片直接给电磁阀通5 V的直流脉冲。电机是动了但指针没有动。很显然里面还有一些东西我没有搞清楚，于是我把电池接了回去并用示波器来观察时钟走动的时候引线上的电压变化。这个电压变化的模式比我想象的要复杂。每一秒钟，脉冲不一样的，前一秒是高——零——低，下一秒是低——高——零。

我接着给微处理器编程来做出这种变化，并将其输出给时钟。做了几次试验之后，我终于能用微处理器来很好地控制时钟了，只是每次变化指针会向前走两秒。不过我也不是拿这个钟计时用，所以就无所谓了。

下一步是用微处理器来查邮件。Xport需要微处理器这边连过去3根线，串行收、串行发和用来复位Xport模块的复位线。为Xport做电路板有点难度，因为XPort的引脚间距不是以多孔板常用的1/10英寸为单位的。我用了CadSoft的Eagle软件来设计电路板并安装这个XPort模块。大家可以到tigoe.net/emailclock上找到布线图。

然后我用笔记本通过USB串口转接线对XPort进行配置。我按照Lantronix给出的建议配置了IP地址、网关地址和掩码。同时我还对串口进行了配置。

然后我打开了一个终端窗口，用Telnet连上了XPort并输入了“Hello World”来确认通信是否有问题。接着我退出了Telnet，尝试在串口窗口用IP地址和端口号C82.165.199.37/80来访问我的网页服务器。

XPort回复了一个“C”。于是我用了一个对服务器上的网页的请求作为回复。<http://tigoe.net/pcomp/index.shtml>;

```
GET /pcomp/index.shtml HTTP/1.1
HOST:tigoe.net
```

服务器返回了对应网页的HTTP头

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 13 Dec2005 20:50:27 GMT
Server: Apache/1.3.33(Unix)
Transfer-Encoding:chunked
Content-Type: text/html
<html>
<head>
...
```

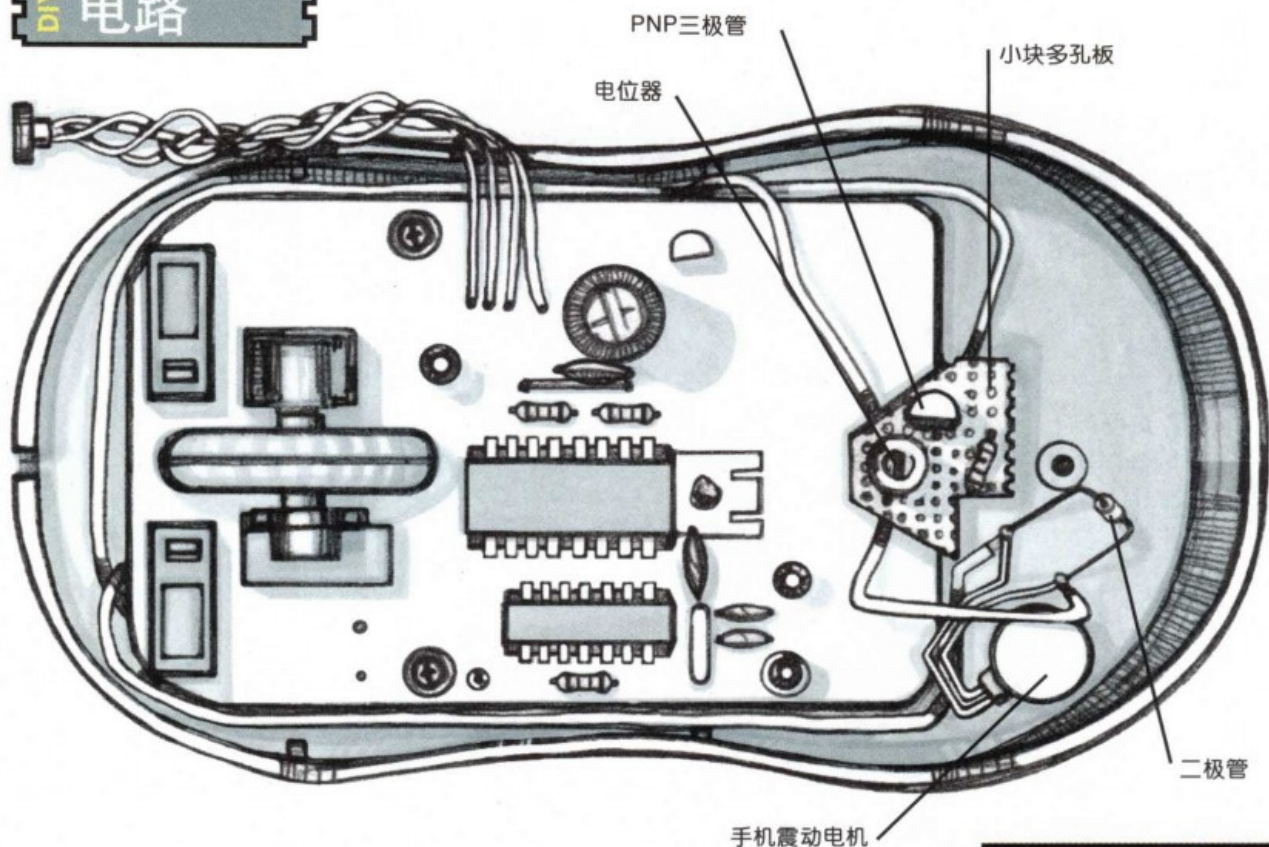
成功了！这个就是浏览器和服务器之间的内部语言HTTP（HyperText Transport Protocol超文本传输协议）的报文。看到这个报文就意味着我现在已经将XPort当作一个网页浏览器在使用了。接下来我只需要让微处理器做类似的事情，建立网络连接，请求网页并读回结果。大家可以到tigoe.net/emailclock去看看我的代码。固件编译完后，我从笔记本通过Arduino板上的串口-USB转换器刷新了微处理器。

微处理器其实并没有去访问HTML网页，它只是在调用CGI脚本，上面的代码链接中也有这个脚本。这个脚本会检查我的所有邮件账号并查询新邮件的大小，将这些新邮件的大小相加，然后传回来。这个脚本并不是用网页浏览器来调用，因此结果也不是HTML格式的。为了减少微处理器端的编程工作量，回复的只是HTTP头而且只有一行：<KB:1234>。

整个系统开始工作后，我给这个邮件钟找了一个古董电子设备的漂亮壳子。这个有点像钟的前面板能够容下一个驱动轴。用螺丝装这个轴轻而易举，而将Arduino模块和XPort模块放进去时空间也绰绰有余。最后我在壳子的后面钻了几个孔，用来放电源线和网线。这样，邮件钟就做成了。

邮件钟到底工作得怎么样呢？我当然还会自己查邮件，只是刚才做这个钟的几个小时我是一点也没有查过邮件的。

汤姆·伊戈是纽约大学交互电信项目物理运算部分的带头人。



震动鼠标内部结构图。注意二极管是和电机并联的

震动鼠标

玩射击游戏的时候，
手机震动器可以在点击时给你后助力。

格雷格·利普斯科姆

用别人的震动手柄玩FPS射击游戏的时候这么想过么？“要是我在计算机上玩的时候也能这样震动就好了”。我的一个朋友有多余的震动包，于是他玩游戏的时候就把这个贴到鼠标上。这种做法给了我自制震动鼠标的灵感。

我觉得我的震动鼠标应当有一些指标和规范。首先我希望这个鼠标是密闭的，要是有个部件伸出来就太难看了。其次这应该是一个USB光电鼠标，滚球鼠标太老土了。另外玩FPS射击游戏开枪基本都是按左键，因此我希望按左键的时候能得到震动的体验。

我从附近店里买了个便宜的鼠标。鼠标上有我喜欢的滚轮，而且鼠标很大，里面再装些东西没有问题。选震动电机的时候，我希望能用一个小一点的，我的未婚妻建议我用手机上的震动器。我有好几个不用的旧手机，于是我打开了其中一个并从顶上左边的角落里面找到了这个电机。这个电机看起来像块长了两根线的手表电池。

当然，不同的手机用的电机是不一样的。我打开的诺基亚手机里面的电机是一个小圆柱，而我拆开的老式飞利浦手机的电机是扁的，位置在扬声器附近，靠近LCD屏幕。

图片作者：达米安·斯科金

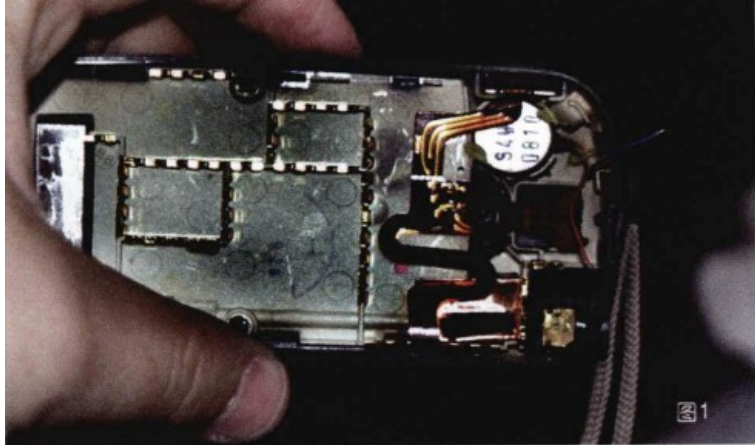


图1

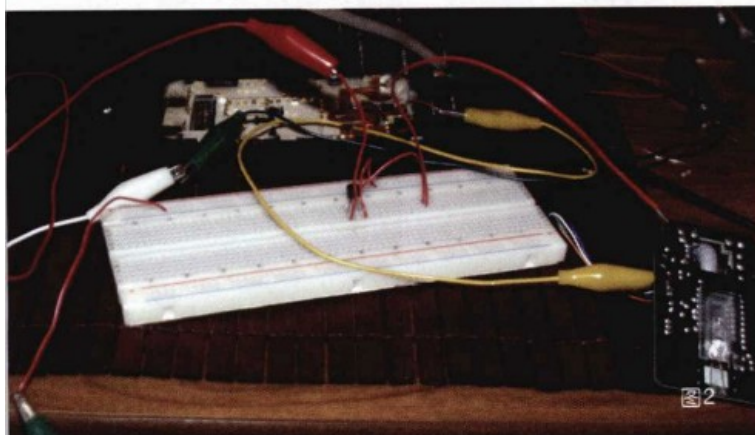


图2

图1 我打开了手机，并把这个震动电机挖了出来。电机看起来像个厚一点的手表电池

图2 是我在面包板上测试我的震动鼠标电路

材料

USB光电鼠标：我用的是一个没牌子的，型号是HTM-67WT

PNP三极管，2N3906；RadioShack的，货号是#276-1604

震动电机：从手机中废物利用来的，你也可以选Sanko Electric的#1E120，allelectronics.com上有售，货号是#VB-1

5 k Ω 或者1 k Ω 的小号精密电位器：10 k Ω 电位器的比如RadioShack的#271-282也能用，只是小点的调节的更好

二极管，1N4001

1k Ω 的电阻

小块多孔板：RadioShack的，货号#276-0148

我还需要一个开关，能在左键点击时把USB电源和电机导通。于是我选了一个PNP三极管。最后一个必备的元件是10 k Ω 的电位器，用来调节供给电机的电流大小。

找到并调节电源

震动电路需要从USB端口取电来驱动电机，因此我需要在USB线缆和鼠标内部两个地方都找到+5 V的电源和地。从USB线缆里找比较容易，我从网上找到一个USB电缆的引脚分布图，了解到USB电缆两边的引脚是+5 V电源和地。然

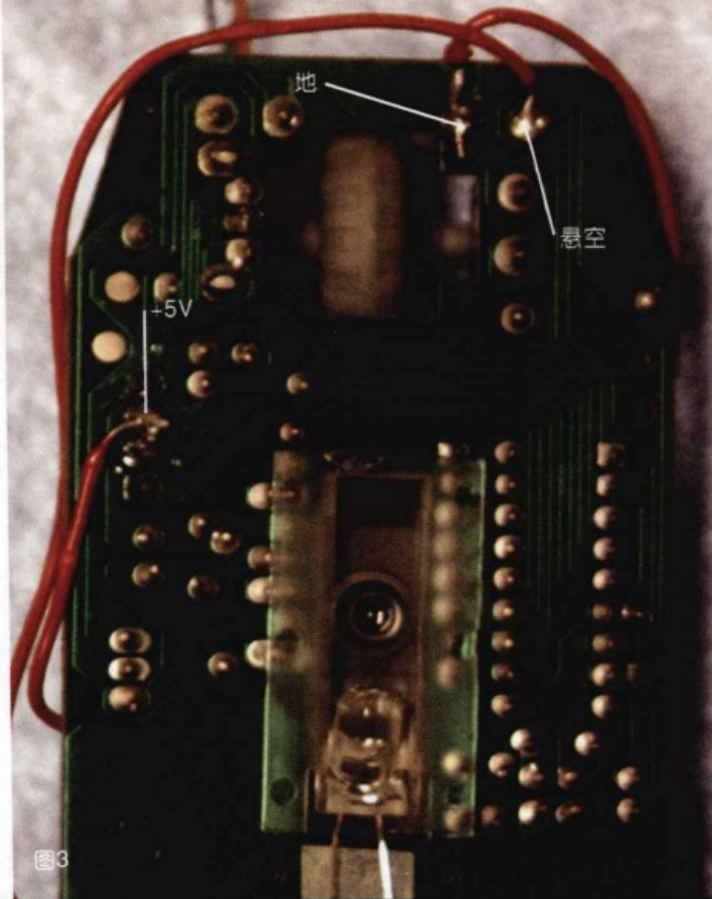


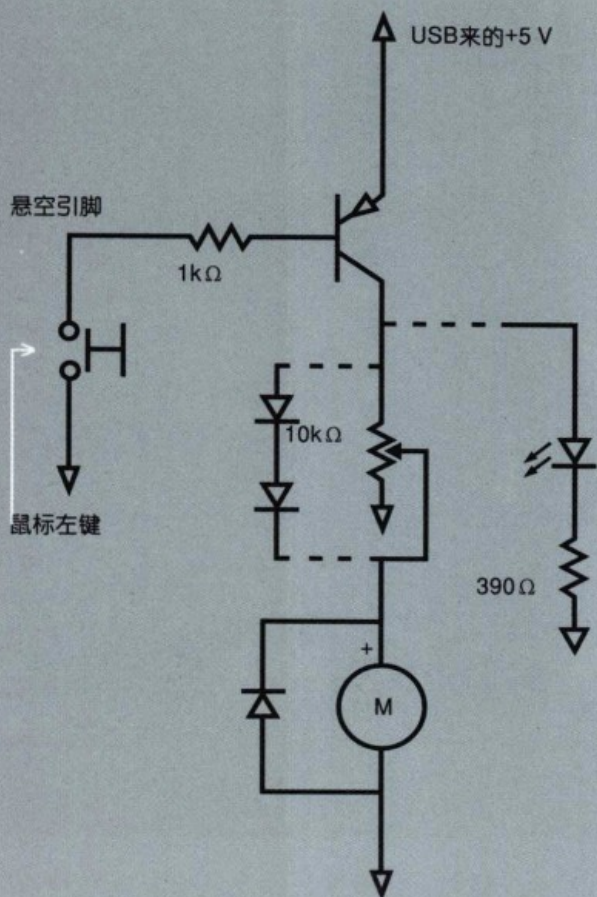
图3

图3 电路用到的三个引脚中，5 V是从USB线来的，地是整个电路的公共地，悬空的那个引脚在点击左键的时候会暂时接地

后我拆开鼠标，用数字万用表来检查和USB的电源地引脚导通的地方。我发现我的鼠标里USB过来的绿线是地，蓝线是+5 V电源。于是我将手机的震动电机直接连了上去，想看看这个USB口到底能否驱动这个电机。结果电机驱动没有任何问题。

接下来我在手机上的+5 V和地的触点上焊出飞线，并开始用面包板来搭建电路原型。震动电机标称3.6 V，因此我需要串上一个电阻来降压。我选了一个10 k Ω 的电位器，可以调节电压进而调整电机速度。调整过程中，大家可以用万用表来测量保证电机两端电压为3.6 V。

电位器的替代方案是用串联的2个二极管。每个二极管的压降是0.7 V，串上2个就降了1.4 V，这样给到电机的就刚刚好是3.6 V。这个压降调节上面两个方法都可以，不过一定注意另外一件事，电机需要并联一个二极管。因为三极管开通的时候电机上的电压尖峰会非常高，需要二极管这个时候导通来保护三极管。



震动鼠标的原理图（虚线部分为可选电路）。注意电位器可以用串联的2个二极管来代替。图中还有一个可选的LED电阻电路，这个电路的作用是当鼠标左键按下时会点亮这个LED灯。

获取左键信息

下一步就该去找鼠标左键在电路板上的触点了。这是一个单级瞬时接触开关，我拿万用表来检查哪些引脚接地了，又是哪些引脚悬空了。我从悬空触点上焊了一根飞线出来，然后接着在面包板上实验。由于鼠标按键是通过将这个触点接地来起作用的，我需要一个能用低电压信号来触发的开关。一个PNP的三极管就能完成这个任务，按键动作会产生一个低电压然后打通三极管的发射极（接到电源）和集电极（接到地）。注意这个三极管和NPN的三极管是

反着的，NPN的三极管是高电压信号开通（另一个办法就是不用三极管而直接将电机接在+5V和悬空引脚“—”接地，+5V那里就有电流通过电机流到地了）。

为了限制通过三极管基极的电流，我还在悬空引脚和三极管基极之间加了一个1 kΩ电阻。然后我把三极管的发射极和USB的+5 V电源连在一起，而将三极管的集电极通过10 kΩ的电位器连到电机，电位器的第三个引脚连到地（接线接到电位器的时候一定要注意一定要将其中一根线接到中间的引脚上，如果你接的是两边的两个引脚的话，那么不好意思，你串进去的是一个10 kΩ固定电阻）。这样我的面包板电路就完成了，我做了测试并修改了错误。

整合电路

最后一步是把所有的东西都焊起来。我把所有的元件焊到小块的多孔板上，并用细导线将对应的引脚连起来。接着我用双面胶把电机黏到鼠标的壳上，并把鼠标内部的线也布好。

完成组装之后，我就有了一个工作良好的震动鼠标了，每次我点一下左键就会震动一次，完全满足FPS射击游戏的要求。

作为改进，还可以在USB的+5 V电源盒三极管的发射极之间加一个简单的开关，这样我还可以禁掉震动的功能。总的来说这个DIY项目完成了提高游戏体验的任务。

格雷格·利普斯科姆是Auburn大学毕业的一个电气工程师，现在在Mobile的南阿拉巴马州立大学读医学二年级。大家可以到diylove.net去参观他的作品。



视频直播

花很少的钱就可以做电视秀

霍华德·温

视频直播很简单,和音频直播相比唯一的不同是RSS文件要指向视频文件而不是音频文件。比如<enclosure>附件,你要指向一个Quicktime的电影文件并编目为type="video/quick-time"而不是指向MP3文件而编目为type="audio/mpeg"。就这么简单,也是为什么这种方式叫RSS (Real Simple Syndication聚合内容)的原因。

真正困难但有趣的是制作视频本身,我个人推荐如下的工具并与你共享我在预算有限的情况下完成视频制作的经验。

拍摄的话我推荐MiniDV摄像机,这种摄像机有火线接口,一个低档的型号还不到400美元。

Mac系统下,软件里面你只需要一个iMovie HD,这个软件是苹果iLife套件中的一个(apple.com/ilife,价格为79美元),能将摄像机中的视频加以简单地编辑并导出为QuickTime格式。

Windows系统下:可以用WinDV (windv.mourek.cz,免费软件)下载,用VirtualDub (virtualdub.org,免费)编辑AVI文件,用PSP

Video 9 (pspvideo9.com免费)来将视频转化为MPEG-4格式。当然你也可以用Windows版的QuickTime Pro (quicktime.com,价格为30美元)来下载编辑视频并保存为QuickTime格式。

还有一些应用软件比如Final Cut Pro、Premiere Pro、Vegas和Liquid Edition都可以完成上面的所有工作。

使用软件的时候,选择一些压缩选项并比较结果可以减小文件尺寸。最重要的选项就是比特率、音效和图像分辨率。320×240或者240×180在视频直播里就已经是比较好的了,因此在摄制的时候注意尽量保持简单清晰和高对比度。

如果可能的话,尽量将视频保存为Quick-Time格式。我的经验是Quicktime比iTunes支持的另外两种文件格式MPEG-4和MPEG-1文件会小一些,影像质量也更好一些。

不管你是不是已经用过视频直播,你可以很简单地实现你的电视制片人的梦想。



安装Linux和Windows XP 双系统

用一张LiveCD轻松把你的计算机变成双系统

马克R.布朗

大家心里都知道只有Linux才够爽，但是我们也不离Windows下的应用程序（比如游戏），那怎么办？你可以装双系统，同时装Linux和Windows XP。

有点紧张了吧，你以前大概听说过硬盘重新分区导致数据丢失的可怕故事，而且各种配置也是相当麻烦。不过只要做好预备工作，一切都将举重若轻。

注意：这里说的双系统是指在一块硬盘上做的双系统。在两个硬盘上分别装XP和Linux系统还要麻烦一些。

第1步：找一个Linux安装文件

现在市面上有成千上万种不同的Linux，比如Red Hat，比如Mandrake，又比如Debian。这些名字有一长溜，每个都有七八张安装光盘，装起来得费好几天工夫。

其实我们并不需要一个全功能的Linux，一个LiveCD就够了。LiveCD版本是只有一个光盘，正式安装之前还可以拿它启动试试效果。

Frozentech.com/content/livecd.php上列举了各种各样的LiveCD版本，并按照使用平台和功能进行了分类和排列。我们需要的是一个支持x86硬件的版本，在桌面系统与操作系统替换分类下。

该试试哪一个呢？我们可以先看看哪些投票最多。然后可以到网站上看看它们的指标和功能以及外观是不是你想要的。特别要注意的是硬件支持程度。我知道有很多的版本不支持我的主板音频和视频硬件。我最后选的是（PClinuxoS.com）版本，这个版本同时支持我的主板音频和视频硬件。

选中了几个版本之后，就可以下载它们的ISO文件并刻盘了。这个时候我们需要一些刻盘软件，特别是Windows系统本身并不支持ISO文件的刻盘操作。我用的是Nero，买刻录光驱的时候自带的。我们也可以用ISO Recorder Power Toy（isorecorder.alexfeinman.com，免费软件）。拿这些光盘来一个一个启动试试看，找出一个能支持计算机所有硬件的版本。

其实可以选择就此打住，以后想用Linux的时候用这张CD启动就好了。不过这可不是我们这些计算机迷们该做的事情，现在该是将硬盘分区的时候了。

第2步：给硬盘分区

现在的问题是这样的，Windows XP装在NTFS格式的分区上，而大部分的Linux能读NTFS但是不能写入。反过来Windows XP根本就不能读取Linux分区里的任何信息。因此我们如果想要让Linux和Windows XP同时能读又能写，就必须将分区设为FAT32格式，所有的操作系统都支持这个格式。

不错，我们得重新安装一下Windows XP，因此得把所有的数据都备份一下。注意是所有的数据，系统里说不定在犄角旮旯里还有一些隐藏的地址文件、配置文件、Cookie文件等，一旦丢失就可能后悔莫及。

拿Linux的光盘启动并找到分区软件。我的分区软件叫qtparted，也许你的不太一样。按照下面的图示将硬盘分成这样四个分区。

类型	文件系统
Windows	NTFS
Linux	Linux
Linux swap	Linux swap
DATA	FAT32

注意各个分区的顺序一定是上面这样的。至于每个分区多大取决于多个因素。对于Windows XP系统盘，给足系统（最少1.5 GB）加上Windows应用软件的空间就够了。我通常会占用7 GB因为我还常用

一些比较大的软件比如Visio和Paint Shop Pro。

Linux分区需要从不低于1 024磁道（大约7.8 GB）的地方开始。你选用的LiveCD里面的帮助文件应该有说Linux分区需要多大，以及Linux置换分区需要多大。我给Linux分区分了10 GB，给Linux swap分区分了3 GB。硬盘剩下的容量都划给数据盘。

第3步：安装Windows XP

拿出Linux LiveCD光盘并用Windows XP安装光盘重启系统并安装XP系统。当系统提示是否制作回复盘的时候选择“是”，这样安全一些。

安装结束后，取出Windows安装光盘并启动XP系统，验证一下这个操作系统工作是否正常。

第4步：安装Linux

用liveCD光盘来重启到Linux，阅读一下帮助文件来了解如何进行完整安装。

安装程序会问到Linux和Linux置换空间分别装到哪个分区。一定要指对分区。注意Windows下第一个分区是C盘，而Linux下的第一个分区是hda。

安装程序应该还会要求你来配置引导加载程序（通常是GRUB或者LILO），这个引导加载程序是用来在启动的时候选择操作系统的。我的系统运行的是LILO，能自动识别XP和Linux两个分区。不过你一会儿可能会发现自己不见得这么幸运。把引导加载程序装在MBR（Master Boot Record）里面，这样每次启动的时候都会自动运行这个程序。

取出liveCD光盘并重启，应该能看到一个让你选择XP还是Linux的菜单。如果系统直接跳到Windows XP而没看到Linux，我们就得自己去找到引导加载程序来运行并手动将其指向Linux和XP的两个分区了。

第5步：恢复数据

最后把你备份的数据都倒回来。不管是Windows系统还是Linux系统，只有拖曳就可以了。当然你还得自己安装Windows下的软件，以及做一些配置和定制的工作以识别硬件，当然还得学点Linux，有点麻烦，不过这对我们这些计算机狂人来说又算得了什么呢？是吧。

马克R.布朗（Mark R. Brown）曾经是传奇的领袖级计算机杂志《Info》的主编。他还为Que写过很多现在已经绝版的有关以太网的书。

DA XEROX密码

如何读懂彩色Xerox打印机的追踪点

安娜利·纽伊特

2005年的早些时候，网络存储的奠基人布鲁斯特·卡尔（Brewster Kahle）注意到他拿彩色打印出来的文件上有些奇怪的东西。当他非常仔细地观察这些纸张的时候，看到了很多小黄点，这些黄点好像还组成了一定的图案。这个时候他记起来在《计算机世界》这个杂志上看到安全部门可以靠着假币上的记号追踪到印制这些假币的打印机进而逮捕造假者的事情。如果这些点也是起这个作用的话，卡尔想知道这里面到底包含着什么信息。

卡尔找到Electronic Frontier Foundation（电子前沿基金会）的专家赛思·舍恩。舍恩和EFF的实习生罗伯特·李一起看了一遍卡尔机器打印出来的有着黄点的几百页文件。他们还咨询了

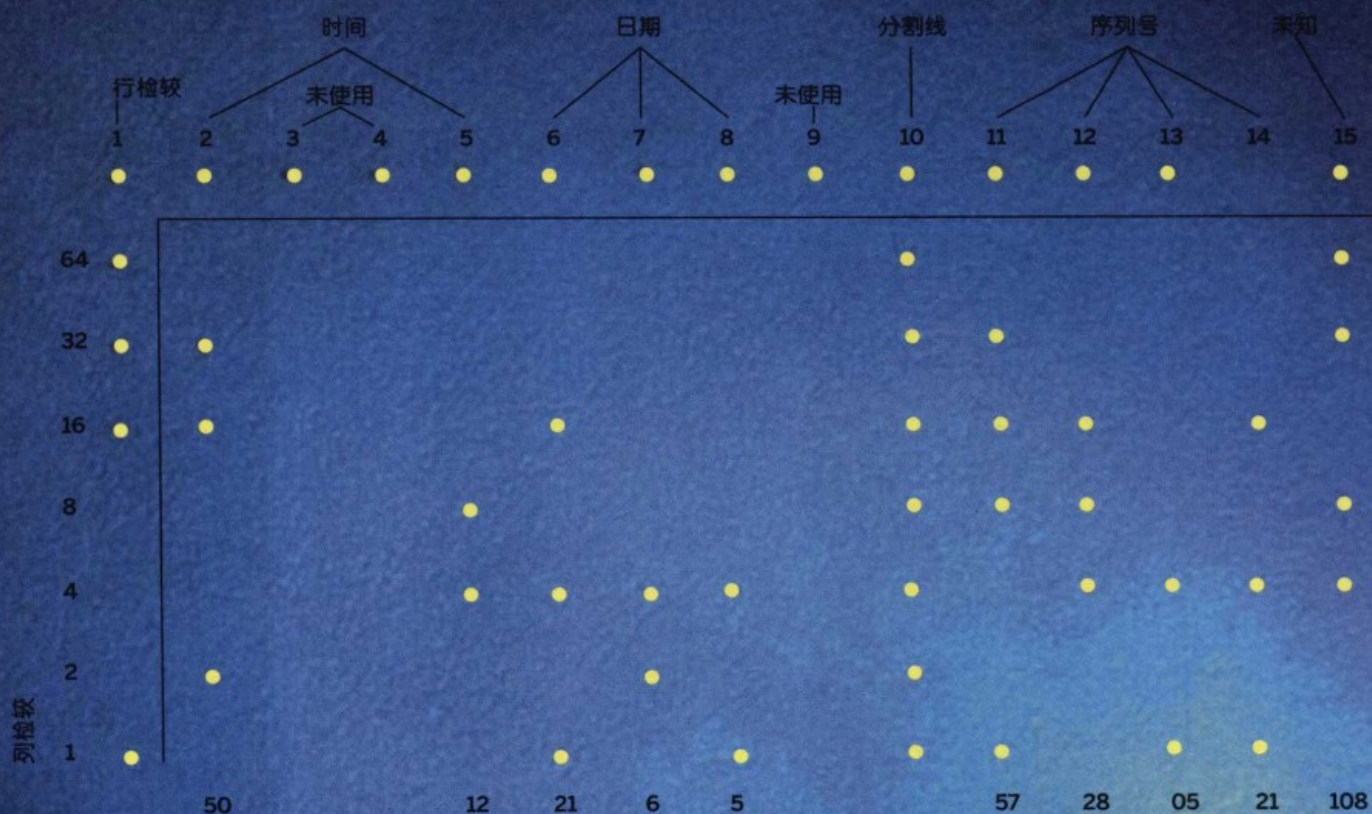
Xerox的研究人员，并确认了他们的怀疑。没错，这些点就是用来追踪的。

为了找出来这些点代表着什么，舍恩在EFF的网站上向大家征集彩色打印件。很快他便收到了来自世界各地的几百件打印文件。“有一个是来自澳大利亚的冰激凌店”他回忆道，“还有一个来自一个交响乐团”。所有的这些文件都有这些黄点。

事实上，像DELL、IBM、CANON、Lexmark、Toshiba还有很多其他公司都在他们的彩色激光打印文件上加了一些点

（若想知道到底哪些打印机上有追踪点，可以访问eff.org/Privacy/printers/list.php）。

每张打印结果上都会有一些几乎看不到的点阵，这些点阵能追踪到对应的打印机



上面的重复出现的点阵包含了富士施乐打印机的序列号，这张纸打印的日期和时间，还有一些不为人知的信息。顶上和左边的检较点用来保持行和列的点数和为奇数（第1行除外），每行代表了二进制中的数字，从上往下排列。6~8

列表示了日期（日-月-年排列），第1列和第5列表示了时间（分钟和小时），11~14列表示了产品的序列号，每列2个十进制数字

Schoen推断这种每页都会重复出现的，几乎看不见的点阵一定包含了打印机的序列号，也很可能包含了比如打印时间和日期的信息。

蓝光下的发现

现在舍恩在EFF的办公室里全是这些打印件，他找这些点阵也变得非常熟练，在10倍的USB放大镜下拿蓝光LED照一下就能看见了。在蓝光下，黄色的点几乎变成黑色。而放大后的结果显示几乎所有的打印机都使用了15列8行的阵列，而且同一个点阵多次出现。看起来这些点阵很明显地代表了二进制的数字。不过我们怎么来读这些数呢？这些数字又是代表什么意思呢？每列是一个数字还是只是一个较大数字的一部分呢？

幸运的是，一个密码分析家出现了。这位瑞士的研究生乔尔·阿尔文同时也是一个密码专家，他看到了舍恩桌上的点阵，也想解开这个谜。于是他决定拿Xerox富士施乐12打印机的点阵来进行研究。而之前“小兔”Andrew Huang已

经将这些点阵的图上传到他博客上了。

“我当时花了大概5~6个小时来解码。”阿尔文说道。在观察同一台打印机不同时间打印的结果之后，阿尔文获得了突破性的进展。“只有第2列的水印有区别，因此我想这个应该是一个时间戳，左边是低位，右边是高位。”

知道这些数字是从右向左读之后，阿尔文很快就搞清楚下面的几列是日期和序列号（参见下一页的“阅读点阵”）。他和舍恩都意识到第1列和第1行应该是校验点，他们还同时推断绝大多数的打印机的点阵应该都有校验点。

到现在为止，只有Xerox富乐施乐12打印机的点阵完全解开了。DELL的点阵和Xerox的很相似，于是舍恩推断下一个解开的就是DELL了，还剩下几十个不同的打印机厂商的点阵仍然没有解开。

如何阅读Xerox密码

有了舍恩、黄以及阿尔文开发的一些工具和技术，找到并分析甚至解开一些点阵已经没有

问题了。深入这个之前，大家可以先尝试读一下Xerox的密码。

找这些点阵的一个方法当然是照上蓝光并用肉眼观察。Schoen就能这么干，不过我几乎看不到。大部分人还是得需要放大镜或者是其他的图像增强方法。

读Xerox密码需要以下一些工具

用Xerox富乐施乐12打印机打出的彩色文件

这些点阵在白色部分看得最清楚，因此尽量选一个有较多空白的文件。

扫描仪后者USB放大镜 Schoen推荐

60美元的Windows版的Digital Blue（用于扫描文件阅读）和蓝光LED。

使用扫描仪

用扫描仪的话，可以略带放大的扫描其中的一块，然后调进Gimp或者Photoshop软件，调节色彩平衡和背景噪声就能很容易地将这些黄点调成白色或者黑色。makezine.com/go/dots1和makezine.com/go/dots2有一些处理得非常好的扫描图像。

如果你还想再做得多一些的话，可以尝试搭建一个Huang的蓝光扫描机，用这个扫描机能让这些点变得极其清晰。Bunniestudios.com/wordpress/?page_id=51。

使用USB放大镜

其实你不需要整个页面，因为这些点阵每张纸上会重复多次。放大10倍应该还能看到完整的点阵。将文件放在放大镜下，点亮一个蓝光LED就应该能很清楚地看到点阵了，这个时候黄色的追踪点变成了深灰色。

阅读点阵

还记得Xerox的点阵是15列8行吗？要找到这个点阵，先找有偶数点的一行，这个就是最上面的一行即横向校验行。其他的所有行和列的点数和都是奇数。找到页面上的点阵后，存下来或者在几何纸上将它抄下来。如果知道怎么读二进制的

的话，就可以根据EFF的指导（从右向左读）来尝试。

你也可以用Schoen写的自动解码程序来完成

15列：未知（经常是0，每个打印机的这一列都一样，可能是用户不可见的打印机型号或配置信息）。

14、13、12、11列：打印机的二进制编码的十进制序列号，每个字节代表两位（同一个打印机这些都一样）。

10列：分隔符（全是1，有点的，不像有什么信息在里面）。

9列：未使用。

8列：本页打印的年份信息（没有世纪的记录，2005年的话只有一个5）。

7列：本页打印的月份信息。

6列：本页打印的天数信息。

5列：本行打印的小时信息（可能是UTC时区，也可能打印机内部设置不对）。

4、3列：未使用。

2列：本页打印的分钟信息。

1列：行校验比特。

成解码工作。这个程序在eff.org/Privacy/printers/docucolor页面的最底下能找到。

现在你应该能知道打印出你的文件的打印机的序列号以及打印时间了。（**注意**，有些机器日期/时间有问题是因为没有设置好）。下一步铁杆们的任务就是对其他的打印机解码了。解码的过程类似，但要注意可能其他打印机的点阵大小和朝向和Xerox的不一样。有些可能是从下往上读或者从左往右读。比特的表示也可能是不一样的。

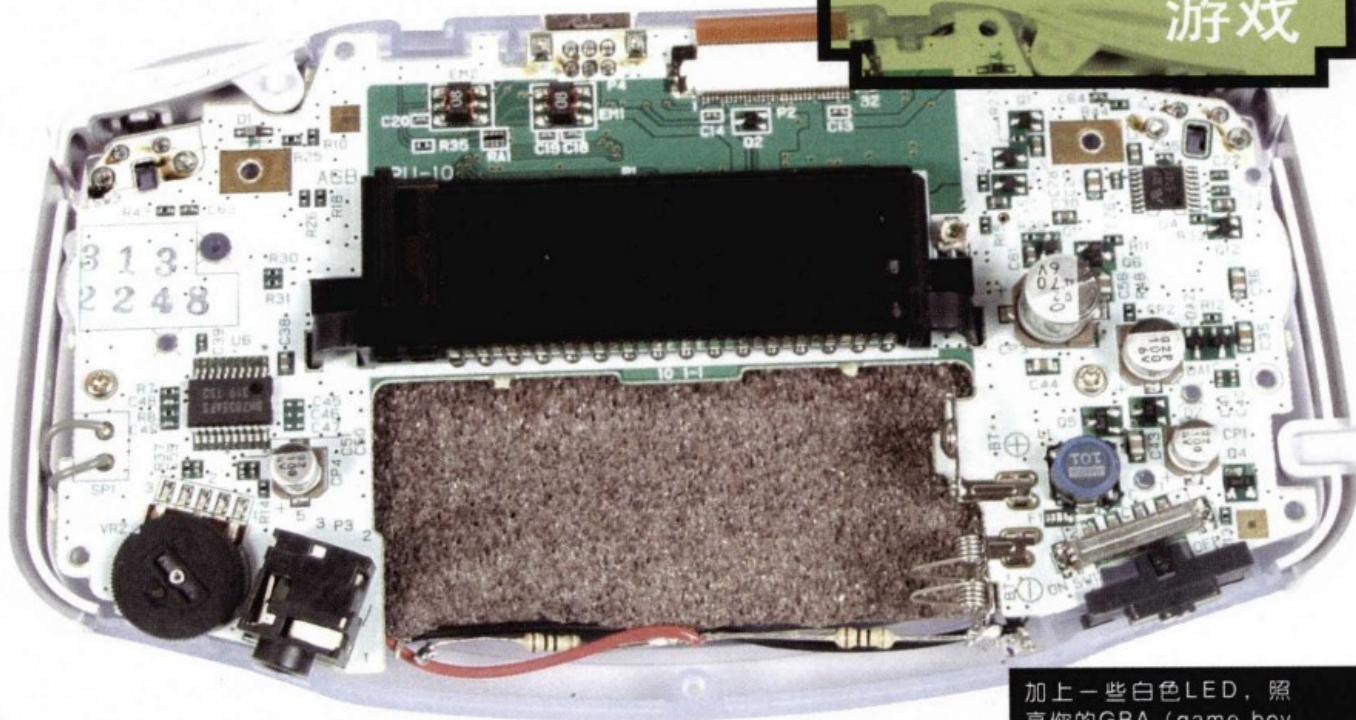
我们这个项目的目的除了娱乐外，也是为了将侵犯我们隐私的追踪系统去除。假设你想打印一些匿名的政治传单或者你不想让别人知道是你打印了一些特别的文档，就很需要这样。我们对点阵了解越多，我们就能更好地保护我们和他人的隐私。

所以，开始解码吧！

安娜利·纽伊特 Annalee Newitx (techsploitation.com) 写过一个叫“Techsploitation”的专栏，他也是《Wired》杂志的编辑，同时也对旧石器时代的技术特别感兴趣。

DIY

游戏



加上一些白色LED，照亮你的GBA (game boy advance, 任天堂游戏模拟器) 游戏机的显示器

要有（前）光

花5美元，给你的GBA游戏机加上一个前光光源。

戴夫·普罗科诺

GBA游戏机最让人郁闷的是屏幕没有背光，白天倒是能玩不少时间。但是一到晚上就一点儿都不想玩了。

任天堂后来发布了GBA SP来矫正这个错误，这次装上了前光液晶屏。

材料

GBA游戏机

白色T-1 LED (2个)。我从goldmine-elec.com买的，货号是#G155b2。

10Ω 0.25W的电阻 (2个)。

红色和黑色的绝缘线。

不买新的GBA SP的话，手头只有一个低档GBA游戏机能做些什么？Triton实验室出品的afterburner套件倒是可以用一个巧妙而清楚的前光液晶屏让GBA的屏幕亮起来。不过现在买不到了。我这里提供一个简单而粗犷的解决方案。我是看了Benjamiin Hechendornd的书《改装游戏控制器》而受启发的。其实说起来很简单，只是在壳子里装上几个白光LED灯，并从GBA游戏机的电源那里取电来照亮屏幕而已。

搞到元件并把它们塞到GBA里面还是很容易的，难的是先得把模拟器的外壳打开，这些壳子好像设计时就防备改装者的。任天堂是用



图1

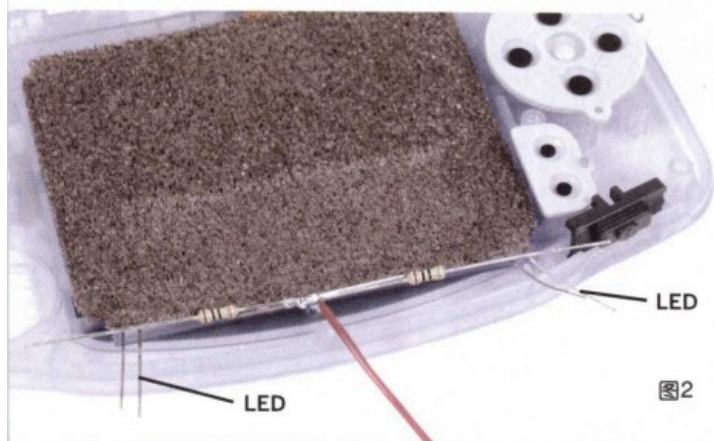


图2

图1 液晶屏放在保护垫的下面，我们需要将两个白色LED灯放到下面的两个角上

图2 将线束和LED灯放到GBA游戏机里的合适位置上

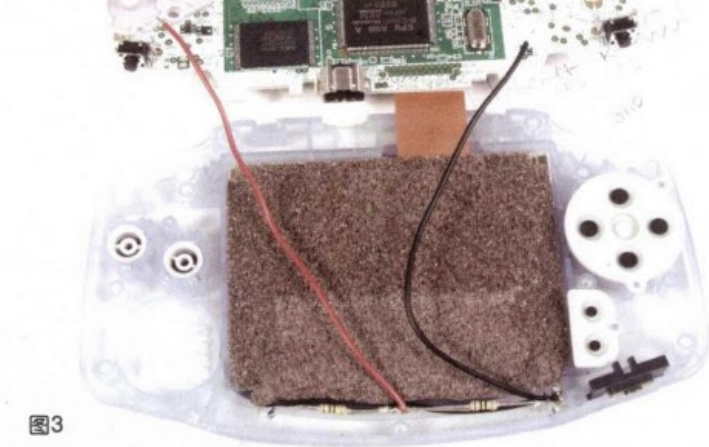


图3

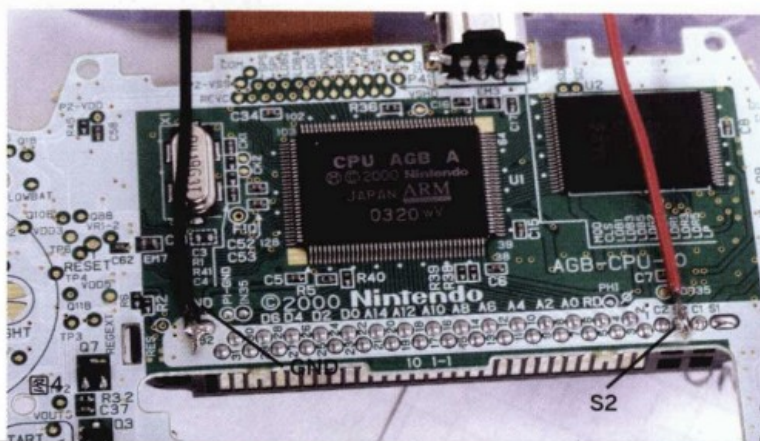


图4

图3 LED的负极连着黑线，正极通过电阻连着红线

图4 最难的焊接是将电源和地分别和游戏卡接口板的S2和地连起来

了6个不能改的Y形螺丝，我们要想把这些螺丝卸下来的话，需要一个Y形的螺丝刀，通常的螺丝刀是搞不下来的。你可以到Sears去买一套Craftsman工具，里面有一个32套件装的螺丝刀和钻子，其中包括4个Y形钻子和梅花槽。对应的货号是#00947486000，价格是25美元。

如果就为了搞定一个老式的游戏控制器而去买一套全新的特殊螺丝刀有点开玩笑。你可以把你的GBA游戏机带到电器修理店去。说不定那里能找到Y形螺丝刀，以后你就可以用比较常见的飞利浦螺丝来代替这些防盗螺丝了。

打开GBA之后，只需再拧开两个正常的飞利浦螺丝就能把主电路板和显示部分分开了。小心地从底部边缘开始将灰白色的保护层剥出去，露出液晶屏。接下来用一个细螺丝刀轻轻一推就能把屏撬上来了。

液晶屏的外面是一个盖着黏性胶片的黑色橡胶框，这个框起着支撑和保护的作用。我们得把这个框架的左下角和右下角割掉才能将LED装进去。割的时候要特别小心。我当时用的是一把

非常快的刀子，慢慢地从橡胶中割出去两个小方块。

接下来把LED放到这两个角上，引脚朝外，然后在一小段红线的一端焊上两个 $10\ \Omega$ 电阻来组成一个T形。

将2个LED的负极也就是较短的引脚用一根黑线连起来，然后再拿一根黑线焊到随便那个LED的负极上。将两个LED的正极（也就是较长的那个引脚）分别焊到一个电阻的悬空脚上。

现在是考验水平的时候了。我们需要很仔细地把黑线的另一头焊到GBA游戏卡接口板上标着GND的焊点上，而把红线焊到标着S2的焊点上。

最后重新调整一下主电路板，重新把扬声器塞回到原来的位置。理理线，确认所有的按钮位置没错，然后就可以把所有的东西都装回去了。现在你就有了一个新的前光GBA，而且能玩的游戏一个没少。那就开始玩吧！

戴夫·普罗科诺在本书第42页还写了一篇《潘泽罗德坦克车》的文章。



小孩子玩CD游戏的时候用
触摸屏玩得更好

触摸屏

为还不会用鼠标的孩子准备的改装技术

达米安·斯道勒兹

带过孩子的都知道，小孩子对外界事物的接受能力特别强。作为一个孩子的家长，我从来不会放过任何一个让孩子学习的机会。我本身是一个技术狂，很自然的我就希望我的孩子们能够了解这个世界的硬件和软件的一切。

很多家长过度保护自己的设备（当然这很容易理解），但是他们的孩子却因此而丧失了一次学习的机会。他们总是担心小孩会把三明治塞到录像机里甚至自己触电，但是他们却忘了，孩子们只有接触事物和技术才能获得相应的知识和竞争力，而这一切都是在不断地犯错误和从错误中学习而来的。我是一个制作者、一个修改者，为了搞清楚事物的运作机理我已经搞坏了太多的东西。要是因为不让我的孩子搞坏我的数字设备而不让他们去学习就简直太虚伪了。

小孩玩游戏

我们的女儿长大的时候，会去模仿她的父母。她喜欢坐在我们计算机前按键盘，好像她在工作一样。

我们给她买了一个亮色的PS2键盘，每个字母旁边有一幅画（A旁边有个苹果Apple，S旁边有条蛇Snake，D旁边有条狗Dog等）。她想和我们一起工作的时候我们就把这个键盘拉出来让她敲。

又过了一段时间，我们觉得得给她制作一个计算机了。孩子快两岁了。因此我找出来一个老的G3 Macintosh并给她买了好多专为幼儿设计的游戏。

但是我发现她用所谓的“易用”的鼠标总是

很费劲。她有时把鼠标拿到屏幕前，当然不会有任何结果。有时一边看着鼠标一边移动鼠标，然后再看着屏幕并把鼠标拿起来。在爸爸妈妈的帮忙下，她对某几款交互游戏很感兴趣，可惜的是我们必须在那里帮她用鼠标。

我因为一家叫Newision.com的卖车载计算机的公司对一系列VGA触摸屏显示器有所了解。这些7英寸或者8英寸的显示器是用在汽车的仪表盘上的，但是我觉得用在G3 Macintosh计算机上也很好。由于这个显示器自带Macintosh的驱动，我就直接连上显示器。我家小孩就立刻能自己玩游戏了。

我还自己整了一个有着大按钮的启动程序，这样孩子就能自己打开游戏了。有个游戏需要她自己输入自己的名字（作为一个有先见的家长，我给她取的名字只有3个字母），她很快就学会如何找到自己的名字输进去然后敲回车了。

移动娱乐

我的职业和兴趣之一是改装汽车。我没有买道奇捷龙（车名）的1 800美元的车载DVD配件，而是自己装了一个Mac mini（599美元）和一个折叠式的触摸屏电脑（199美元），这样我女儿就能看高清的Dora the Explorer了。

当今车载娱乐系统的主要特征是所谓多区娱乐，意思是后排的孩子有耳机，这样前排的司机和乘客就可以听另一个音频节目。

我本来是想给她耳机的，但是发现不管是帽子耳机太阳镜还是别的什么东西，要在小孩头上放东西得花点工夫，我的目的是找到一个办法为她创造出一个独立的环境，这样我们就能自己听音乐了。

几乎所有的车载婴儿车的塑料架上都包着一个可清洗的装满泡沫的外罩。受去噪耳机项目的启发，我拆开了一个便宜的耳机把连接环取了出来，用胶带将它们粘到婴儿车塑料座的左边和右边，然后再把泡沫装了回去。花了5美元，我就给我女儿的车座升级了，装上了一个复杂的婴儿环绕立体声。

我用了一个小口延长线把耳机与车载DVD连接起来。现在我前座可以听Mac mini的音乐，后

座我女儿可以观看自己的DVD。由于头的左边和右边都有扬声器，孩子自己听自己的，完全不受前座音乐的影响。

婴儿也“疯狂”

小孩很快就喜欢上了多媒体，这使得她可以无穷无尽地听同一首歌。我女儿的某个CD里面，有一首大约2分钟的歌，她可以一遍一遍地听个不停。

不幸的是我们车里的CD机没有重复播放的功能，尽管这个小货车有方向盘控制，开长途的时候每两分钟按一次“回上一首”还是让人很不爽。

我想过给孩子装一个旧的iPod，但是这个接口过于复杂。还好苹果推出了iPod Shuffle，这个shuffle没有屏幕，很小，更重要的是界面非常简单，只有3个单功能键。

我们现在已经让孩子接受耳机了，这个不是指那种耳塞，我们说的是包耳的那种大耳机。

我们给孩子演示如何播放这个音乐，她需要拨iPod背后的开关来开机，然后按播放键，听到自己喜欢的歌之后，就只需不断地按“回上一首”就能重复收听了。

孩子虽然还在摸索使用iPod的窍门——有时候还会倒得过多——但是现在我们几乎不用去干预了。需要帮忙的时候，我们一般告诉她如何再次去听她喜欢的歌而不会替她操作（跟她说“按下这个左边的箭头两次，是你听的歌吗？嗯，好”），然后她就能自己完成了。

达米安·斯道勒兹是一位在连接各种计算机方面有着20多年经验的发明家。他还在O'Reilly媒体有限公司出版过自己的书《改装汽车计算机》。

DIY

家居用品



这个本地无线音频网中心通过“FM”（调频）来广播音乐

自制数字音乐广播

在家里放音乐，好的老调频收音机会比基于无线网的还要好。

威廉·格斯特尔

我订阅了Real Network的基于网络的音乐服务Rhapsody，这样我能通过计算机听到多种多样的音乐。通过像Rhapsody这样的数字音乐服务，我们可以通过点击鼠标在数以百万计的歌曲中选择想要的歌曲。Rhapsody每个月只要交10美元就可以无限量使用，很完美。问题在于我听音乐的时候并不是总在计算机前，我还想在起居室听呢，或者在车道里修车的时候，又或者在地下室、厨房等。我们需要远离通常很一般的计算机声音系统才能充分享受定制高级音响的乐趣。

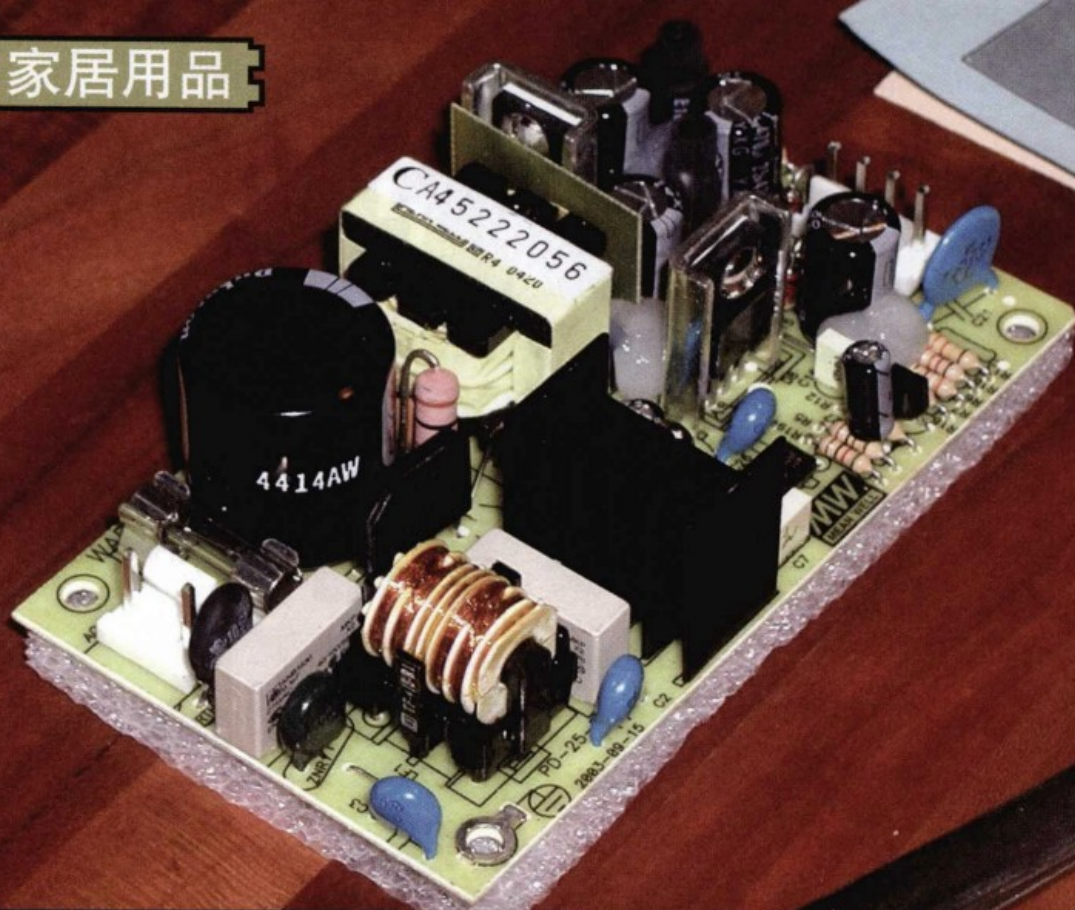
Rhapsody推荐一种多房间可用的数字音乐系统叫Sonos (sonos.com)。但是这个得花几千美元。像Sonos这样的产品是通过有线网或者无线网

来传播音乐的。用它的话如果要在室外听就有问题了，因为即使我把无线网设好了，我还是得在听音乐的地方准备一个电源接口和一个数字接收设备。而且用无线网的话，仅便携式耳机就肯定没戏了。

合法的调频发射机

更有效而灵活的方法是用一个小的无线调频发射机。用iPod的人在车载系统里放音乐常用这一招，不过要屋子前前后后都能听到就得有点功率才行。

一个合法的调频发射机几乎是最完美的解决方案。不贵，而且用的播放器是最常见的调频收



Ramsey FM100B超级调频无线电基站套件里的完整电源系统

音机。

我用过几个这样的发射机，开始是C.Crane的调频发射机（价格70美元，hobbytron.com或者amazon.com有卖）。Crane是即插即用的，就是个头和功率都有点小，有效范围只有几英尺。为了增加有效范围，我把发射极底面的FCC标签剥了下来，然后用螺丝刀调了调标签底下隐藏的电位器。但是即使调到最大，Crane的有效距离还是很有限，大概能传到几个房间远。

我还测试过更大的Ramsey FM100B（250美元，hobbytron.com上能买到），它的功率为1/4 W，最大的FCC能支持非授权的调频发射器。

一些需要的组件

FM100B买来的时候是一个没有组装的超过800焊点的套件。根据指南页，即使是一个有经验的人也得花上10个小时才能组装完毕，而新手得花24小时。看了看有这么多的部件和焊点，我觉得这个时间还是个比较乐观的估计。

不幸的是我拿到的套件里音量控制和保险丝

座是坏的，因此我又花了一些时间来诊断错误，好在厂家比较负责，很快给我更换了这两个坏件。

我叫了两个朋友阿尔和里克来帮忙，他们两个以前也装过Ramsey的调频发射机。我这个套件很复杂，他们意识到必须组建一个流水线来提高工作效率。他们准备了一个工作区，提供了足够强的光照和足够大的工作面，接着就开始认真系统地来鉴别各种元件（电阻、电容、开关、集成电路等），把它们焊到电路上，并从元件列表里划掉并测试通断。

套件的指南里把组装过程按系统划分成几个独立的部分，包括显示板、混频器、滤波器和发射器。每个部分都有详细的文档说明应该完成的工作，组装者只要有一定的焊接技能，装下来就应该没有问题。另外，手册还讲述了一些子系统功能划分的有关技术背景知识，大家从这次组装中还能学到一点东西。learning experience。

几个小时之后，安装完成，调试结束。该到实际试试的时候了。这个FM100B有好几个输

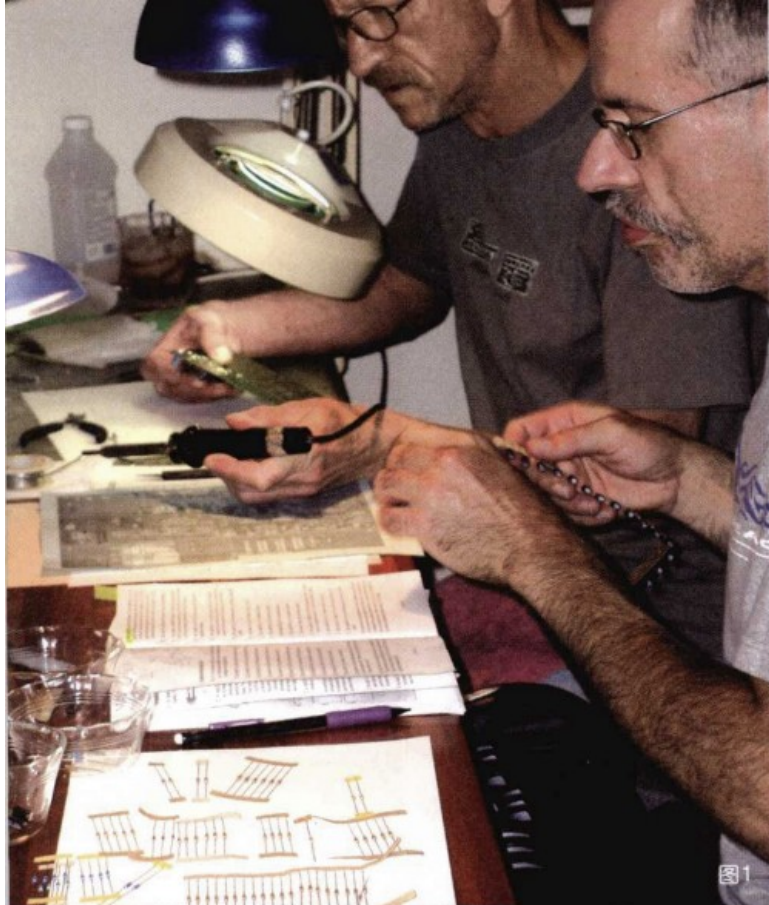


图1 我的朋友阿尔和里克以前都装过调频发射机，他们组建了一条高效的流水线。里克负责找出元件，而Al负责焊接

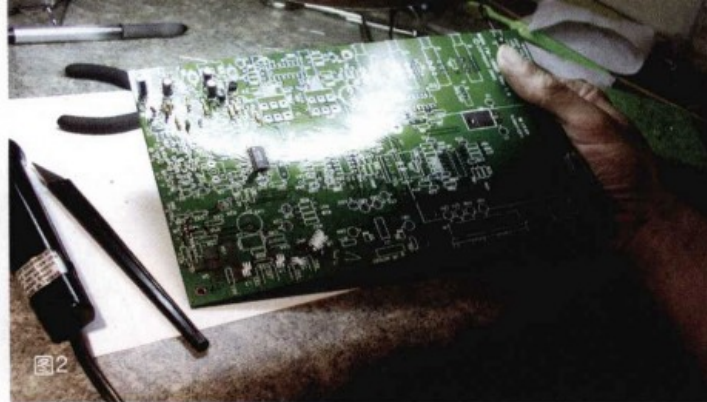


图2

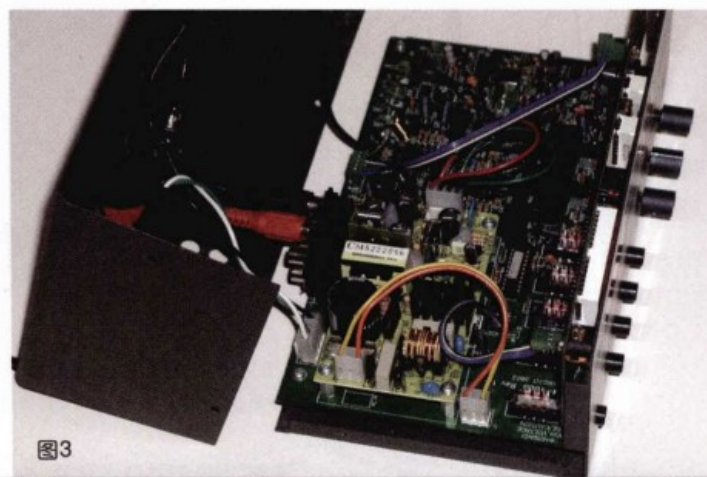


图3

图2 刚开始焊接的时候FM100B的主电路板

图3 组装完成了的发射机，可以使用了

入口，我用计算机通过mini到莲花头的转接线（RadioShack有卖，8美元）连到发射机的立体声莲花头接口上。

下一步是用发射机前面板的数字频率选择器来选一个广播频率。我住在大城市里，调频的频段拥挤不堪，但是却发现调频的低频部分几乎没有人用。于是我就设了这样一个频率，打开计算机的Rhapsody软件，排上一些歌曲开始广播。接着我打开了家中的调频收音机，并调到这个频率。有几个收音机的声音很清澈，和其他的调频电台一样。而有的收音机开始不行，调节了FM100B的天线摆放后，干扰和走音大大减少甚至消失。

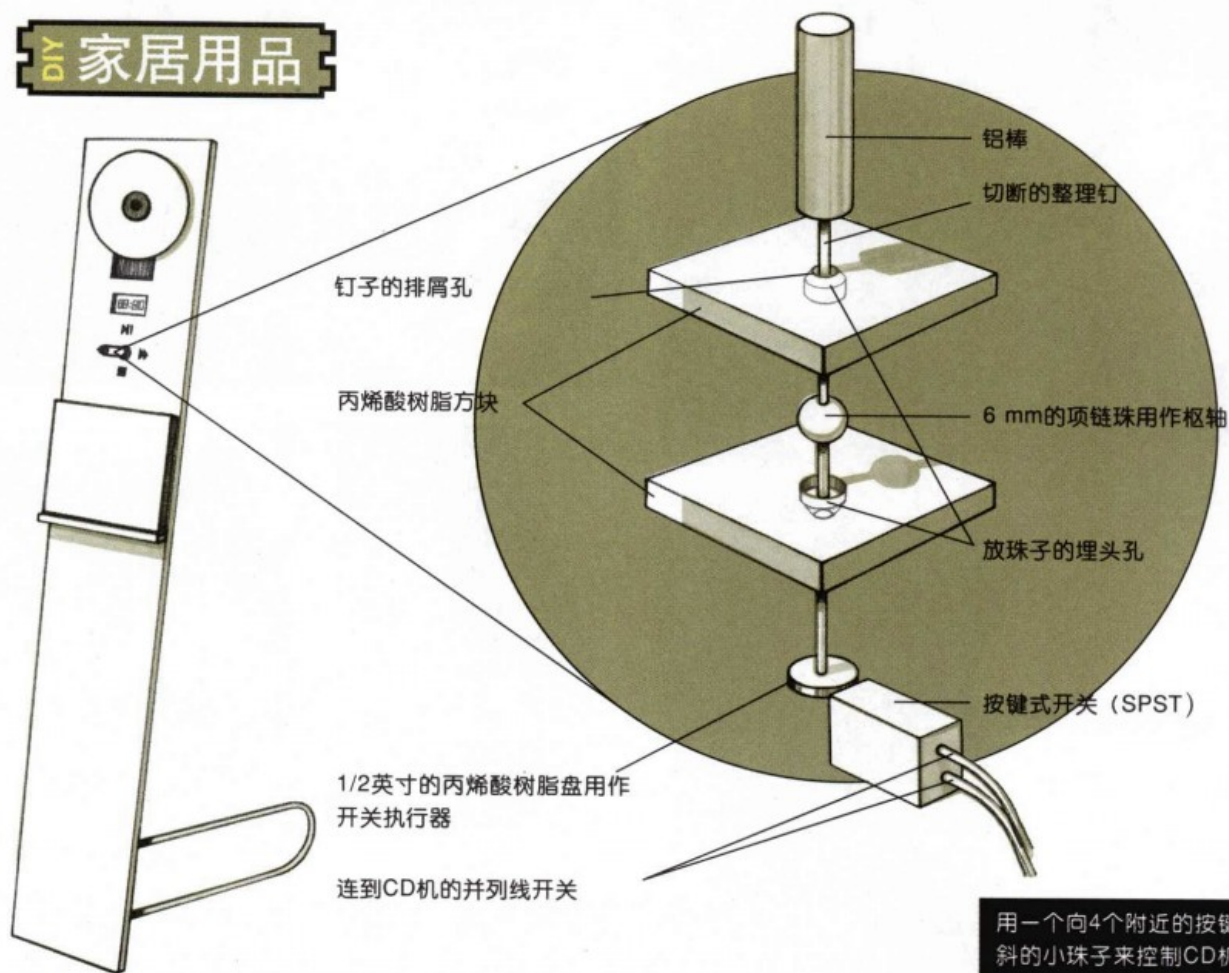
天线的摆放肯定是有讲究的，放在墙壁、窗户、金属和混凝土旁对收音机收听的结果有很大影响。

FM100B还有一个话筒输入和一个调音器，我们还可以玩一点复杂的花样。组装调试FM100B可以用到很多东西，结果也令人满意，屋内屋外都没有问题。

不要因此而过于激动

家用调频发射机功率比较低是因为联邦通信委员会对此有严格的法律规定，家用设备不得干扰合法的广播信号，特别是那些有许可证的发射电台。一个不需特别许可的发射机的最大功率是0.25 W。这个当然干不了太多的活，并对无线电频谱没有什么干扰。你拿这个和110 000 W的大调频发射站比如洛杉矶的KPTK或者旧金山的KQED比比看？

威廉·格斯特尔的新书《技术揭秘：弹射器、喷气式飞机、轨道炮、火焰喷射器、特斯拉线圈、空气炮和喜欢他们的车库战士》，2006年1月出版。



收录机的新生

将收录机废物利用做一个先进的立体声系统

里拉·科顿

知道非品牌的常用于骗购的消费类电子产品非常便宜这样一个事实高兴吗？我见过10美元以下的CD随身听，包括耳机。还能用大约30美元买到CD收录机。由于无法抵抗这样的超值诱惑，我买了几个，看看里面到底是怎么运作的，然后重新调了一下音响效果，把它们变成了一个超帅的CD机。

整个过程包括拆开这些收录机，留下可用的元件，再把一些其他的以后可能有用的元件收起来。然后拿一些用作框架的材料搭出一些结构，这些材料可以是漂亮的硬木，也可以是衣架。我没有想做一个当随身听，而是把这些收录机都拆开，然后可以插耳机或者接功放来用。

这意味着我就用不着扬声器也用不着调频

器，但是用收录机而不是CD随身听来做这样的事情还是有意义的，因为收录机里的模块要更大一些，稳定性也更好一些，接到别的设备上的时候容忍度也更大一些。

我为这个改装收录机感到特别自豪并给它起名叫“The White CD”。甲壳虫乐队有一张专辑名字很类似（*The White Album*，译者注），但是这个名字常被叫错。

The White CD里面的部件是用长线连着的，这样各个部件就可以竖着排列了。CD托盘可以放在最上面，而显示部分可以放在CD托盘下面。现在睁大眼睛看好，下面还可以放个操纵杆。

操纵杆？以前改装收录机的时候，我一般会把控制收录机的按键留下来接着用，但是我想在



图1



图3

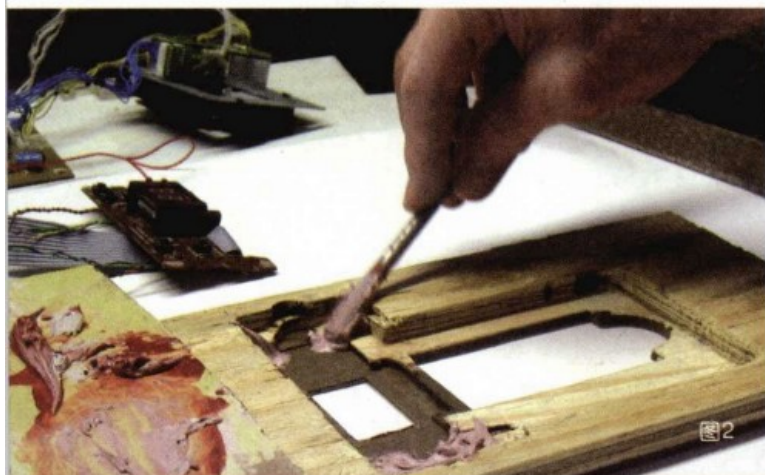


图2



图4

图1 开始的便宜收录机，壳子已经打开，马上用来改装为the White CD

图2 准备安装板上的各个区域，挖出来一块准备装显示面板

图3 打磨各表面，并在缝隙里填上车身填料和玻璃密封胶

图4 将热有机玻璃底座放到木模里来塑型，拿住木模直到有机玻璃凉了就可以了

The White CD上做点不一样的事情。我做了一个操纵杆，把操纵杆的开关顺着收录机电路板的4个开关连上。我没有改动其他的任何电路板，也没有改动变压器。

收录机上的耳机插口应该留下来，而且完工后的成品上这个插口要露外面。这就是插立体声功放的地方，通过mini-to-RCA电缆就可以连上了。如果你只是想做立体声音响而不会去用耳机，那收录机的音量钮就不用管了，因为你会用到的是功放上的音量钮。我发现把CD机的音量调到最大才能和一般的CD唱机(CD deck)差不多。

收录机里的功放/电源电路板上一般会有一个小的FM调频器。如果想用的话也可以用上，不过记得把CD/广播切换开关露到外面。

我用的收录机可以播放一般的CD，音质还不错。花多点钱的话，还可以选能播MP3/CD-R甚至是发烧SACD和DVD的收录机。

制作White CD

现在讲一讲改装收录机的过程。改装的时候，每改一点都要记得确认一下功能是否正常，

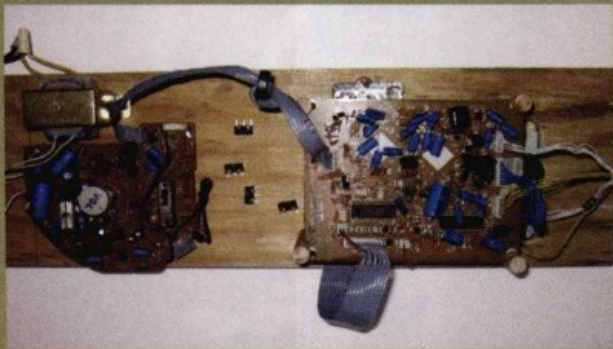
然后拔掉电源再做下一步。

注意：CD/DVD播放机里面的激光对人体有害，机器开着的时候不要直视激光。还有不要在数字电路特别是CD的步进电机旁边钻孔，飞出的火花能毁掉这些敏感的芯片。

1.小心地把收录机拆开，注意不要把线弄断或拔开。处理转盘步进电机和磁头的时候要格外柔和。收录机里面有三个电路板：控制板、显示/开关板还有功放/电源板。注意不要把板子搞坏了。

我见过两个把CD紧固在轴上的设计。有的CD机用3个120°等分的弹簧柱塞，还有的盖子里装环形磁铁。你拆的收录机里面如果用的是磁铁就要注意了，这个东西非常容易碎。收录机里面的电路板和变压器，通过定位螺柱和热缩管连到安装板上，防止短路。

2.做一个足够大的安装板，把所有的元件和模块都装上去。硬木的看起来不错，但是我的The White CD是用纤维胶合板做的，当然还需要辅助地安装柱和垫片。



收录机里面的电路板和变压器，通过定位螺柱和热缩管连到安装板上，防止短路。

3. 在安装板的前面开个孔，然后在板子的背后处理，让CD刚好不碰到前表面。这样你就可以真的看见并能碰到CD，我喜欢这样用。

4. 加些防震材料并把转盘安上去。你可以用原来放在转盘角上的垫圈或者塞一些浴室用的填隙料。

5. 类似地把显示/开关板安装上去。

6. 特别小心地把CD控制板装上去，注意CD播放的时候是转的，有些线需要跟着转。

7. 把另外的电路板和变压器用螺丝装起来，有需要的话可以拿套管来支撑。把不用的部件比如扬声器都断开并确认所有的115VAC绝缘良好，还要给板子相互之间留点距离防止短路。

8. 如果想让CD唱机的开关和整个立体声系统的其他部件独立的话，可以加一个简单的大电流单刀单掷开关，安装位置是和电源线以及变压器串在一起。

9. 把CD机和音响系统连起来，放进一张CD。如果用了磁体的话就把磁体也加上去，只是要注意磁体离CD要有点距离。

如果里面还有收音机调频电路的话，注意把CD/FM切换开关拨到CD的位置。调大播放器和功放的音量就可以听到Stones或者John Prine的震耳欲聋的声音了。

10. 现在可以建造并连上操纵杆了。把操纵杆的开关和收录机的按钮并列走线（参见第136页的框图）。我的操纵杆的功能是 向上=播放/暂停，向下=停止，向右=下一首，向左=前一首。

在控制板上找到这些按钮的连接点并焊到操纵杆的对应的连接点上。搞明白操纵杆和开关以

及这些连接点的对应关系可能要花点时间，但一定要先理清楚再焊接。

11. 在操纵杆前面做一个导轨，防止对角的两个开关同时启动。

12. 有了操纵杆，收录机原来的开关就显得多余了，因此我用了一些1/16英寸的贴面把它们遮了起来。注意别贴太多回头还能看到CD的音轨号。

13. 用1/4英寸厚4英寸宽的有机玻璃给安装板做一个稳定支架。小心地用电炉加热有机玻璃并弯出两个120°的角。如有必要，你也可以用铝箔盖住一些地方来反射热量，并用固定工具来控制折弯的角度。

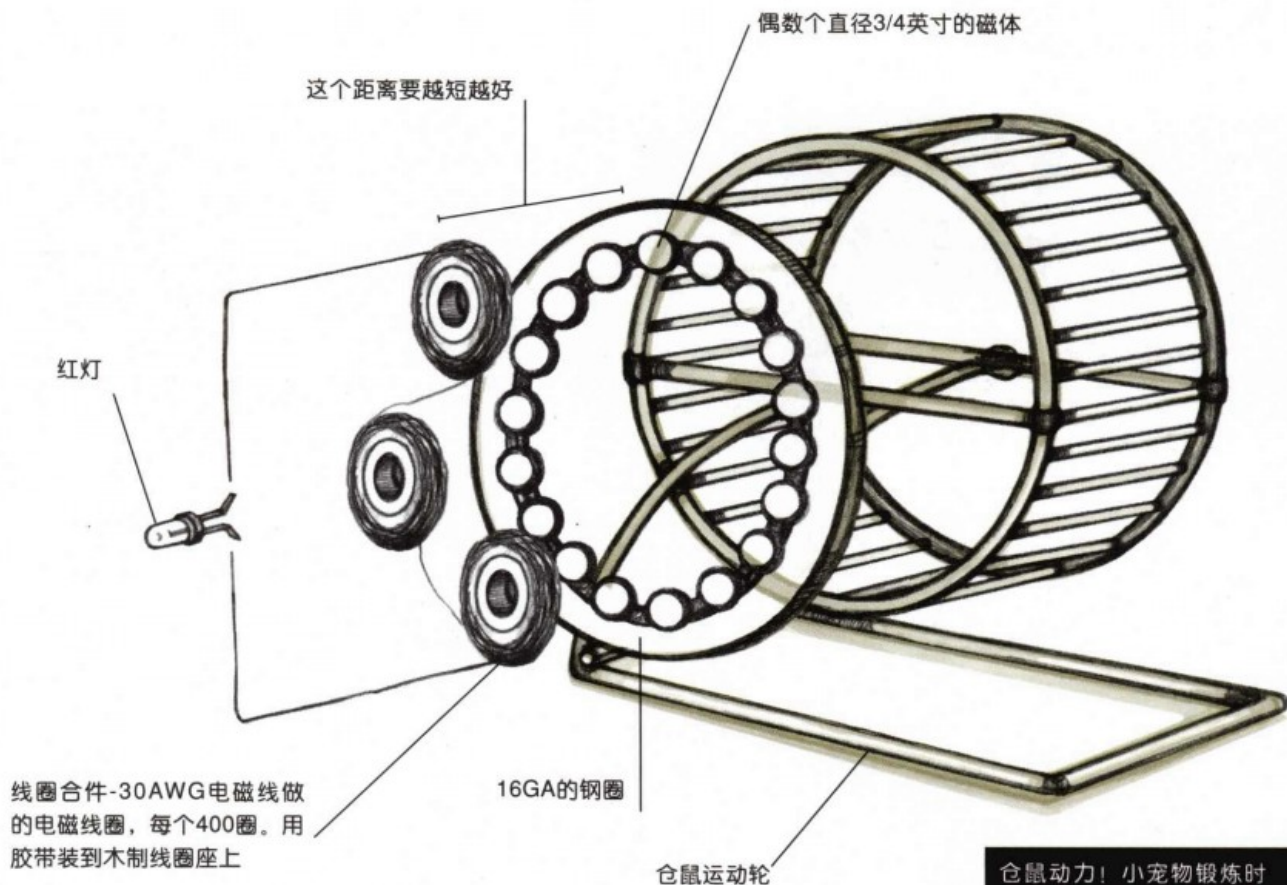
14. 在操纵杆中轴线下方大概7.5英寸的地方把一个CD架装到安装板上。

15. 用了硬木不需要这一步，用了其他的材料可以用邦多填料和汽车玻璃密封胶来修饰一下（汽车店肯定有卖）。大的裂缝可以用邦多填料，小的用密封胶就可以。然后把背面涂成全黑。

16. 最后，用手工刀小心地裁出一些各种形状绝缘胶带（黑的或者各种颜色都有），用来表示操纵杆的功能。把这些裁出的胶带贴到操纵杆的对应位置上就完工了。

17. 我说谎了，还没完呢。把电缆接上，欣赏一下你的作品，然后放上一个Kimmie Rhodes的CD，通上电开始欣赏你的新CD唱机吧。

里拉·科顿是住在N.C北加州New Bern的一个已经退休了的工程师，他以前也兼职做数学教师。他很喜欢听音乐、写音乐、演奏音乐。



仓鼠动力！小宠物锻炼时产生的能量再也不会被浪费了

Lala快跑

老鼠动力的夜光灯

威廉·格斯特尔

大家应该都想过在宠物狗、宠物猫、宠物马，甚至宠物黄鼠狼身上挂个磨，在这些动物身上花了钱得换点东西回来。注意，宠物们不劳而获的年代已经结束了。

老鼠动力的夜光灯（RPNL）讲的就是一个自制的低转速发动机。这个概念最先是从otherpower.com那些卖发电机里的磁体和导线的人来的。

做得好的话，小仓鼠凌晨在轮子上跑的时候，可以产生足够LED亮的电压。研究人员说仓鼠和类似的啮齿科动物转轮的速度和大唱片转的速度差不多（这样还可以考虑做一个仓鼠动力留声机，不过不在本文范围内）。

设计

我家Lala能够开动一个轴流式永磁发电机。这个发电机由两个部分组成。一个磁体合件，由偶数个装在仓鼠轮旁边钢圈上的强力永磁磁铁组成。

第2个部分是线圈合件，离磁体面并不远。线圈由2个或3个30AWG电磁线绕紧而成的电磁线圈组成。

仓鼠转动轮子的时候，这些线圈会切割磁力线产生电压。上面的框图讲述了基本原理。做出夜光道理很简单，但是还得很细心才能成功。Lala功率并不大（按照我的计算1仓鼠力=0.000 16马力）所以基本上没有太大的余量可以损耗在能量转化效率上。大家应该都想过在宠物



仓鼠运动轮旁边的磁体轮合件

狗、宠物猫、宠物马，甚至宠物黄鼠狼身上挂个磨，在这些动物身上花了钱得换点东西回来。注意，宠物们，不劳而获的年代已经结束了。

第1步：做磁体合件

把14个磁体南北极交替平均地放到钢圈的外周上，形成一个圆。将磁铁粘上去之前要用旁边

材料

16GA左右的钢圈 这个钢圈的准确大小视你的仓鼠运动轮而定。

3/4英寸直径，1/8英寸厚的圆形磁体18个。只要能放得下，再多一些也可以，不过一定要选偶数个。

的磁铁测试一下，应该是互斥的。然后就可以划好间隔用强力胶把磁铁黏上去。

磁铁黏完后，用剩下的4个磁铁把磁体圈附到仓鼠运动轮的后面。

第2步：制作线圈合件

拿出1大卷的30AWG电磁线，用手绕出3个线圈。这些线圈要绕得紧而且薄——大约1/4英寸。我用随磁铁来的两个塑料分隔器作绕线器（任何细的非磁性的都可以），绕了400圈的线并用螺栓上的两个大垫圈来固定线。绕完线圈后，喷上强力胶防止线圈松动。

现在把线圈固定到一块木头上，每个线圈要

对着一个磁体的中心。对着哪个磁体不重要，重要的是每个线圈要正对磁体，而且线圈和磁体之间距离要越小越好。

第3步：连起来

上面的步骤完成后，就该把线圈连起来了。

材料

1卷30AWG的电磁线

磁芯材料

绕线工具。包括一个3英寸长的1/4英寸的螺栓，两个做挡板的垫圈和两个螺母。

木质框架，具体的形状视仓鼠运动轮而定。

LED灯

胶带

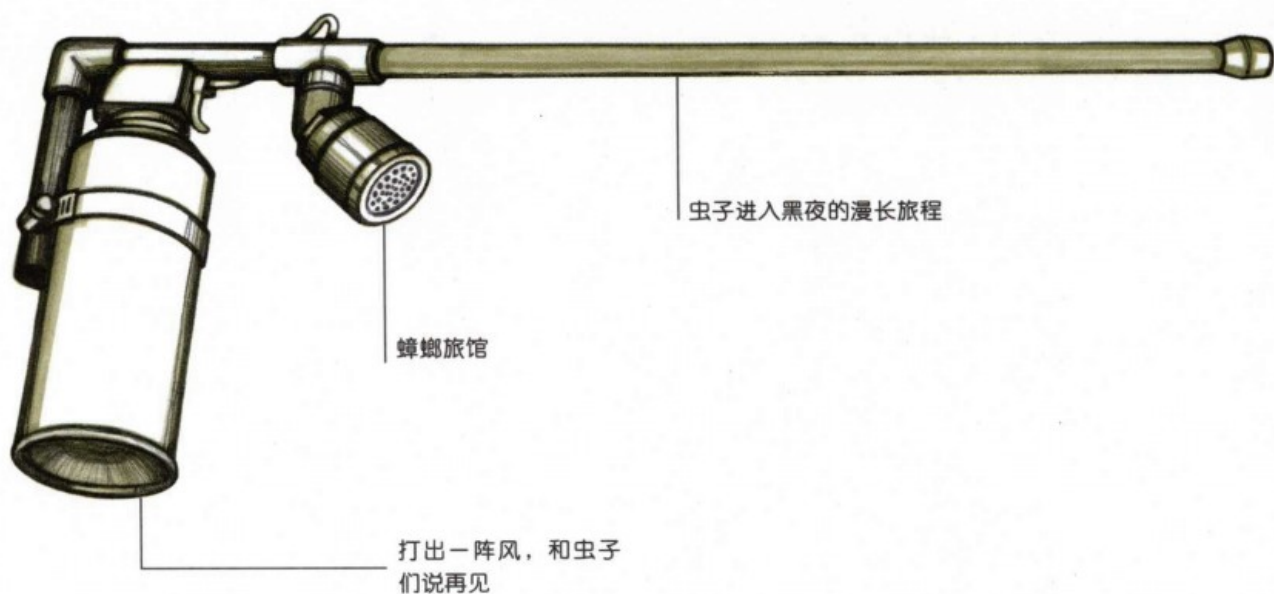
最好先用电压表测试一下。把线头上的绝缘层用砂纸抹掉并连到电压表上。把线圈放到轮子附近并转一下，应该能看到电压表上有读数。

把第2个线圈和第1个线圈串起来，然后把线圈也放到旋转磁体的旁边。看到电压变成了两倍就对了。类似地把第3个线圈连上去，并把所有的线圈和木质线圈座黏起来。

把线圈的两个松着的头子和LED灯黏起来。这个鼠动力夜光灯要是做对了的话，一个奔跑的仓鼠就能产生足够的电量点亮LED了。如果遇到那些比较懒或者不兴奋的老鼠，记得可以用红灯，因为红灯需要的电压最低。

要是能用带帽子的饮水鸟玩具的电力该多好啊。

威廉·格斯特尔还是第115页《自制数字音乐广播》一文的作者。



这个吸虫器很好玩，可能你会拿来对付家里的蜘蛛

蜘蛛专杀来福枪

人道的压缩空气动力抓虫器

玛特·林德

我的妻子和岳母怕蜘蛛，因此我做了一个蜘蛛专杀来福枪。广告上倒是有“虫子一扫光”，不过我才不会花30~60美元买一个用电池的东西，而且很可能的情况是效果不能一扫光。

现在要做的东西里面没有子弹，严格讲不是一个来福枪，只是看起来很像而已。这把枪的工作原理是把压缩空气向下通过落管排出去，顺便从枪管里把空气和枪口附近的虫子吸进来。

制作：

很重要的一点，拿锯子锯管子的时候要戴上面罩，钻孔的时候也一样。CPVC的粉尘有毒，还会在肺部累积。要是用切管机的话粉尘会少一点。检查一下下一页清单上的材料，然后就可以

开始了。

1. 把1/2英寸的CPVC管切出4段，18英寸长的1段，4英寸长的2段，3/4英寸长的1段。

2. 在其中一根4英寸长的管子上从一头1/2英寸处开始纵向割开一条缝。这个缝要有3/4英寸长，并割穿管子。这个缝是用来把压缩空气罐固定到枪上的。

你可以在管子上钻一些孔然后再用多功能刀把其他的部分切开，或者采取我自己的办法，用带切割头的Dremel。要刀的时候要注意刀子容易从管子上滑下来，另外就是再强调要戴上防尘面罩或者口罩。

3. 用1个3/32英寸的钻头，在T形CPVC管中间钻一个孔。这个孔就是压缩空气罐的空气进口。用其

材料

做蜘蛛专杀来福枪需要下面的部件：

5英尺或者10英尺长的CPVC直管。10英尺长的2美元（10英尺长的通常只是比5英尺的贵50美分）

1/2英寸的CPVC连接器

1/4英寸的T形CPVC配件

1/2英寸的45°弯头CPVC配件

1/2英寸的90°弯头CPVC配件

1英寸×1/2英寸的PVC连接器

1英寸PVC盖

70mm的卡箍

压缩空气罐 5美元

小块的薄层半刚性塑料，比如咖啡罐的盖子或者苏打瓶的壁。所有的材料加起来大概10美元，具体数值视你附近的材料情况而定，当然你选的黏合剂不一样也会影响这个总花费。

可选件

可以用PVC水泥，热胶或者其他形式的黏合剂来粘这些东西。我用的是PVC水泥，因为这个固定效果是永久的。

1罐PVC底漆和一罐多功能PVC水泥的组合装 4美元

1罐自选颜色的喷漆 1美元

1罐防噪罩 1美元

他口径的钻头也可以，但是口开太小回头得绞开一些，口开太大还要用热熔胶糊上一些。什么类型的钻头都能用，钻床当然最好。操作配件的时候，可以在配件一头装上一截废管子，这样手就有地方抓了。

4. 在1英寸的PVC盖子上尽量多打几个孔，越多越好，方便空气流通。

5. 描个图并把T形配件用的截止阀切下来，这个随便从哪个半刚性塑料上切出来都行。我倾向用咖啡罐的盖子，这个够厚，容易描，切起来也容易。

首先，拿一截1/2英寸的管子，立要在切的塑料上，用记号笔（比如Sharpie）描好。

然后用剪刀把这个圆剪出来放到T形配件里面。要是进不去的话就再稍切掉一点边。别切太多了，否则这个阀就直接滑过去了。我们希望的是这个阀停在中间的分岔处。

6. 把4英寸没开过缝的那个管子塞到T形配件有塑料阀的一头。

7. 把90°弯头配件接到这个4英寸管子的另一头。

8. 把3/4英寸管子塞到T形配件的下方口。

9. 把45°配件和3/4英寸管子照前一页的图接起来，这个是装蟑螂旅馆的。

10. 把另一个4英寸的管子和90°的弯头配件接起来。

11. 把1/2英寸接到1英寸的连接器的45°弯头处。

12. 把枪管和T形配件连起来。

13. 把1/2连接器和枪管头连起来。

14. 在接口上水泥和漆，也可以用胶。

15. 把枪管头上的1/2英寸的连接器切成两半。一般耦合器上都有一条缝，你可以顺着切。

16. 把卡箍装把手上，先紧一半。

17. 把1英寸的盖子拧到1英寸连接器的下边。

18. 现在如果想涂就可以在枪上涂漆了，然后等漆完全干了。

19. 把压缩空气罐的塑料气管装到T形配件的孔上。

20. 顺着卡箍将压缩空气罐移动直到上面顶到枪为止。紧上卡箍到合适为止。不要过紧，因为这个空气罐是有压力的。把空气罐和压力罐黏起来。

要用这把枪的话，拿它指着附近的虫子扣下扳机就可以了。空气从钻了孔的PVC盖子那里流出，而由于T形配件把手一端被挡住了，这样空气只能向下就在枪管里形成一个负压。这个负压就把虫子向里吸进牢房（钻过孔的1英寸盖子）。做出这个来用，自己承担风险，不过很快就可以把家里的蜘蛛一扫而光了。

可以到ms/works.com/SR1.glf看看这个蜘蛛专杀来福枪的动画。

玛特·林德是住在Appleton Wis的对外购品抱失望态度的人，他总是琢磨现有产品的新用法。



警告：戴上红青眼镜来看这张图，用3D图教你如何拍3D照片

3D摄影

拍摄立体画比以前简单也有趣很多

比尔·柯德尔

3D摄影的历史和普通摄影几乎一样久远。但直到20世纪50年代，从1952年的《Bwana Devil》和1953年的《House of Wax》开始，3D恐怖电影才形成时尚。这些3D电影中很多其实很不卖座，3D技术也很快变得尴尬起来。即使是50年后的今天，大家对3D的评价还只是一个会让人感觉头疼的噱头。这实在太糟糕了，其实这种技术还是能做出一些让人沉思的绚丽影像的。

过去的几年是3D电影重生的时代，由于计算机技术的发展，做出3D图像很简单，只需要几分钟。而所需要的只是一个数码照相机，一些免费的软件 and 一副红青眼镜。我会讲解怎么来做这个3D图片，也会向你们推荐一些能更轻松制作3D图片的照相机项目。

如果没有红青眼镜，你可以到漫画店找找，

Ray Zone下面肯定有。当然你也可以到美国纸光公司买一副（参见第127页“更多参考资料”）。

立体画的魔术：拍摄基本3D图像

拿上你的数码照相机和镜头走出去。找到一个有很多不同距离物体的场景。保持最近的物体至少在5英尺外，而且静止不动。还要注意让场景里所有的物体都在拍摄范围内。要是天气晴朗的话，景深还会好一些。

准备好了吗？拿起相机，看着取景框，稍微向左斜一点，拍一张图。然后向右稍倾斜一点，再拍一张。这就有了基本的立体画的材料了。

要想得到最好的结果，必须确保相机只是左右动了2英尺，而上下前后没有动，方向也没有

三维立体软件

anabuilder.free.fr/Concurrents.html 有一个大的3D软件列表

Java环境

AnaBuilder anabuilder.free.fr/indexEN.html (跨多平台, 可运行于Mac, Windows, Linux)

Windows环境

Anaglyph Maker stereoeye.lp/software/index_e.html

StereoPhoto maker stereo.jp.org/eng/stphmkr

3D Maker tabberer.com/sandyknoll/more/3dmaker/3dmaker.html

Mac环境

StereoPress (经典模式) makezine.com/go/stereopress

Anaglyph Maker lamarchefamily.net/nakedsoft

3D Maker tabberer.com/sandyknoll/more/3dmaker/3dmaker.html

变。而且不要尝试让取景框里的最前面的物体移到刚才一次的同样位置(用工程语言来说就是y、z方向没有变化的平动)。

现在回到计算机前,把刚才照的照片导出到计算机上,用上面的某个免费软件把图抓出来。我推荐使用AnaBuilder,上面的按键和菜单就能满足你所有的需要。

把图片用彩色浮雕效果显示,带上眼镜前先把歪曲或者上下的偏差纠正过来。两幅画中的水平线需要重合,两幅画中的物体高度也应该一致。

最后一步,确认将最前面的物体的两个视图叠加后,旁边没有红的或者蓝的光晕。这意味着最前面的这个物体就会一直在这个立体图里,而不会感觉从画框中跳出来。大多数人比较习惯这种感觉。以后大家可以试试那种直逼眼球的立体画。

现在戴上眼镜看看你的作品吧。不管你相不相信,用这个简单办法已经完成了我们的三维画。之后的所有步骤只是做了一些改进和变化。

远近物体:调节轴间距

如果你要拍的物体是一朵小花或一座大山,距离5英尺的话拍不下山,而花又显得太小。靠近拍摄的话,两幅图间的距离移动两英寸(这个称为轴间距)的话又太大了。图像也看不了或者看

起来让人感觉头疼。对于一个远处的物体,2英寸还不足以产生可观的3D效果。

这种情况下,一个简单的经验是两次拍摄移动的距离应该是把最近物体离我们的距离除以30。换句话说,如果拍一个一英里外的东西要移动176英尺,而2英尺外的东西拍摄要移动0.8英寸。

这个近似规律还没有考虑镜头的焦距和最远物体的距离。要想算得更加精确,可以看看Bercovitz公式,文章在“更多参考资料”里有。

更精确地对准:

用糖果盒子做一个滑行杆

一个立体滑行杆可以保证拍摄照片的时候相机只在水平运动。用三角架、气泡水准仪和一个糖果盒子就能做一个。

用一个冲机、钻或者其他的工具来在盒子底部开一个槽。这个槽要开在铰链边和前沿的中间位置,最好比1/4英寸稍宽一点,并保持与盒子的铰链平行,且从盒子的一头一直开到另外一头。把这个槽放到三角架顶上的1/4的20线螺钉(直径1/4英寸,每英寸有20线)上,把这个糖果盒和三角架的把手对齐。用海报腻子(比如Fun-Tak)将相机和糖果盒子黏在一起,将气泡水准仪和相机或三角架黏一起。拍照的时候,保证三角架为水平拍一张,然后将相机移到另一边拍第二张。糖果盒子后面再加个尺子更好,那样的话还能控制轴间距。

动态物体:把两台相机连起来

用两个相机的话就可以给运动物体拍3D图了。将两台相机临近放在一条导轨上,或者通过相机底面将相机钉起来。然后旋转相机并把图像颠倒过来以便图像能对上。如果镜头不能靠得足够近的话可以拼出来一个镜像系统。然后需要找个办法同时控制两个相机的快门。这就取决于用的是哪种相机了(参见“更多参考资料”)。

发现3D

我的朋友埃里克·冯·拜耳指出,其实从2D电影中找一些帧就能造出立体图像。处于版权的考

虑,我就不能给出这个例子,不过你可以去下载一些《星战I》的预告片,里面有在Naboo星球上景观的两个图像。把这两张图取出来用AnaBuilder处理就能得到一个相当漂亮的3D图了。

Loreo相机

Loreo (loreo.com) 生产一种不算贵的3D相机,可以把左边和右边的立体影像通过镜头和在35 mm的胶片上。想看的话,可以用它们提供的查看器或者把数字图像取出来,剪切复制两边的防盗提供的软件里。Loreo相机调不了曝光,不过还好有个内置的闪光灯。

其他的显示方法

红青眼镜需要一些时间适应,而且当图像间的差异有点大的时候就会出现伪影。这里还有一些其他的显示技术。

ColorCode 系统用蓝色和琥珀色代替了红色和青色。这样能降低伪影,可惜这是一项专利技术,发售能产生ColorCode图像的软件是非法的。

相邻图像对 (Adjacent-image pair) 可以用两个眼睛视野重叠或不重叠来看图。不过这个需要高超的技术,而且图像也不能太大。要想看大的图像就得用立体镜了,这种立体镜与刚进20世纪时候的那种其实没有太大区别,两个镜片安装的时候不对中,这样就会造成两个相邻的焦点,而里面的棱镜可以让人眼平着向前看但是视线却分来。更高级的用镜子来容纳更大的立体相机对。我们也可以自己制作立体镜,但是要注意人眼一般是通过左眼与右眼图像的差别来得到立体图的。这完全是一种条件反射,就像吃了坏东西立刻开始呕吐一样。因此,镜子一定要照着人眼严格地对准才行。

时间交错图像 这个是用液晶立体眼镜来看的,Razor 3D (razor3donline.com) 有卖,30美元一副。不幸的是,这种眼镜不能用于液晶显示器、逐行扫描的显示器以及任何刷新率高于90 Hz的显示器。由于刷新率受限制,图像经常看起来有点闪,调低显示器的亮度和调暗屋里的灯光能稍微好点。而且通常电视的频率(50~60 Hz)下,影像移动不够光滑,而且移动过快的物体就会有撕裂的现象。

水平隔行扫描图像组用于将隔行扫描图像放到光栅屏幕(3D广告就是这样)后。有些免费软件比如Interlace也可以产生这种可以用高清打印机打印的隔行图像,并在一个可重用的光栅屏幕上显示。这种技术的一大优点是不需要用户戴眼镜或是用立体观察工具。缺点是横向的分辨率低,将图像和屏幕对准在一起也比较麻烦。

有几个电视公司暗示说未来的3D电视产品会基于光栅屏技术,不过NTSC制式的图像宽度只有720,再分一半的话就没法看了。高清电视的水平分辨率有1 280或者1 920的,看起来是个办法。现在还只能对之寄予希望。

更多参考资料

3D信息概论: stereoscopy.com/dddesign.com/3dbydary/3dlinks

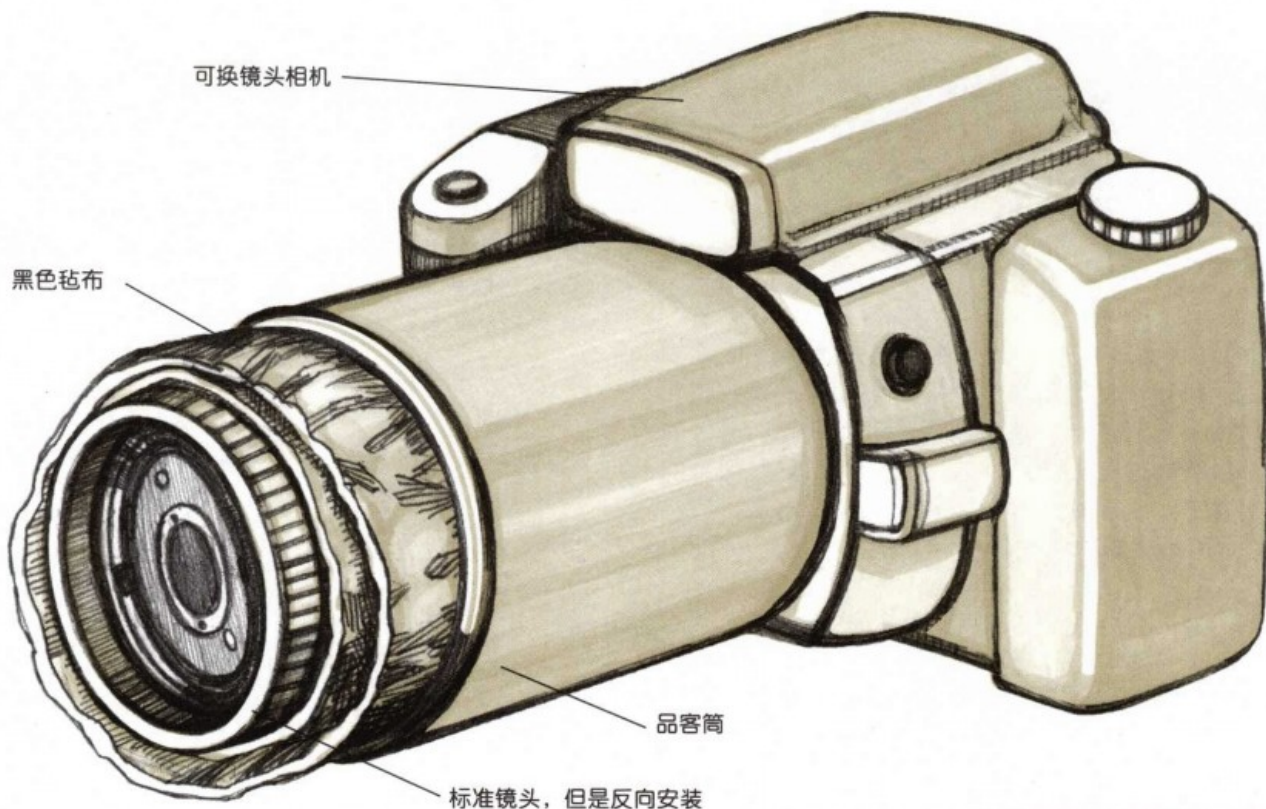
Bercovitz公式的解释
makezine.com/go/vic3d

双相机同步
makezine.com/go/twincam

美国纸光, 3D眼镜和实验器材生厂商
americanpaperoptics.com

Ray Zone “3D漫画之王” ray3dzone.com

比尔·柯德尔是通过整理麻省理工媒体实验室教授同时也是3D方面的先驱Stephen A Benton的一个讲座的听课笔记而成的。向Stephen教授致敬。Bill现在是苹果公司的程序员。



用5美元的材料造一个
微距管

穷人的微距摄影

用品客筒来延伸镜头制造出超炫的微距照

哈杰·简·坎普斯

大家都觉得摄影是一个烧钱的爱好，不过也有花很少的钱就能玩好的方法。比如说你可以花不到5美元来做一个微距管。

微距管原理

微距管的概念在摄影刚出现的时候就已经存在了。常常一个透镜接收到平行光后会聚焦并缩小投到胶片或者成像芯片上。如果透镜反过来，结果也将反过来。只有很小一个区域的图像能被看见，而出来的光变得更接近平行。

不管使用反转环还是直接拿镜头对着相机，只要你把镜头的方向反过来，你就可以给非常近

的物体照相。理论上讲，镜头离相机越远，放大比就越大。问题是镜头和相机之间不能有光漏进来。更重要的是照相的时候镜头不能晃动，否则图像就会模糊。解决办法是什么呢？答案是微距管，它能紧固住镜头还能挡住外来的光。

伸缩管和波纹管都是可以买到的，不过肯定是贵很多，而且用起来成就感比你自己做出来的要小很多。我们这里用一个长而且不透光的品客筒来做这个微距管。品客筒的一头我们会装上中间开孔的相机盖，这样就很容易把微距管螺进相机头了。另外一端，我们会放一个反向装的镜头。

图片作者：达米安·斯普林金

注意：在整个改装过程中，相机内部暴露在灰尘粉尘下，而这两个对相机都不好。建议大家拿一个老式的胶片相机来做这件事情。如果把数码单反相机搞坏了去维修的话，花的钱可比直接买个微距镜头还要贵。

材料

带更换镜头相机（单反相机或者类似的都可以）

这个相机的相机盖

品客筒，类似大小的管子也行

标准镜头（比如说定焦镜头）

Dremel或者其他切割工具

黑色毡布

砂纸

热融胶或者环氧树脂

给相机盖穿孔

用Dremel工具给相机盖开一个孔，开得尽量大，但是外面的卡口要完整地留下来。把开口边缘用砂纸打磨平整，这个边缘处可能容易有光从镜头那里过来，我们需要防止从这里再反射出去影响成像。

准备管子

用机身盖的孔在品客筒的金属端做个记号，然后用Dremel在这个管上面挖个干净的洞。完成之后，一定确认筒里面已经清理干净，要是铝屑或者盐分或者油脂跑到相机里的话会很麻烦。然后把筒的内侧用黑色毡布挡严实了，这将有助于大幅提高照片质量。

装上相机帽

把相机帽和品客筒用热熔胶或者环氧树脂黏起来。这个连接要用强力胶，因为这里回头要支撑镜头的重量。如果胶干了之后是半透明的话就用黑漆或者黑记号笔涂黑了，防止有光漏进去。

选择并安装镜头

包括变焦镜头在内的所有镜头都能用，不过我还是推荐一个标准的定焦头。一般来说定焦头会便宜一些，成像较为锐利而且对焦更容易一些。我用的是佳能的50mm f/1.8 MK2。这是佳能最便宜的也是最好的镜头之一。

幸运的话，镜头还可以伸到品客筒开口端紧着毡布装好。要是太松就在镜头上再包一层毡布并用胶布黏起来再试试。记得要把镜头反过来装，有电路的那头朝外。

开始照相吧

这台相机的对焦不是用对焦环，而是所谓“对焦基本靠走”。而且这个镜头几乎没有景深，因此对焦会比较麻烦。

对于设定曝光的时候，相机内部的光度计开始还是可以用的，虽然说不太准只能给个大概。曝光的时候要小心了，任何移动都会导致图像模糊，而防止图像模糊的话需要用定时曝光或者曝光线。如果相机支持反光板预升的话，也要用上，这样可以进一步减小震动。

拍摄微距照片需要大量练习，而且更重要的是拍摄技术的练习而不是创意的练习。很辛苦但是很有趣，微距打开了一个以往看不到的世界。实验、创造然后自己尽情享受吧。

搞定佳能EF镜头的光圈

所有的佳能的新镜头都是用电子控制光圈的。因此只有镜头装在相机上才有可能停在某个值。要想得到自己想要的光圈大小有一个办法，就是装上镜头，设定为手动挡（M）然后调节自己想要的光圈。然后一直按住光圈预览的按钮并同时把镜头从相机上取下。如果做对了的话，现在你就拿到一个选好的光圈镜头了。

哈杰·简·坎普斯是住在英国Bristol的自由撰稿人和摄影师。他管理着一个网站photocritic.org，为DIY的摄影师以及他们的项目提供一个交流的平台。



贵得离谱的电子相框的简单替代品

130美元的电子相框

15分钟内做一个！

迈克·昆尼亚夫斯基

叫我小气鬼吧，不过我还是不会花400美元去买一个电子相框的，想想一个完整的计算机才不过600美元。

说我懒也行，但是叫我花好几天晚上的时间，拿着Torx螺丝刀，剃刀片对付一台老计算机，让Linux启动起来？我还有别的事情做呢。

我想要个电子相框很长时间了。不幸的是我又小气又懒，花400美元买一个显示器还得花钱买别的（比如DVD机得85美元）从来不是我的选择。而改装老计算机这样的事情也会被我无限期推延。

最近我发现不能再等这些消费品降价了，而就在这个时候我发现了一个适合我这样又懒又小

气的人的解决方案。我花了130美元和15分钟做了一个电子相框。

组装

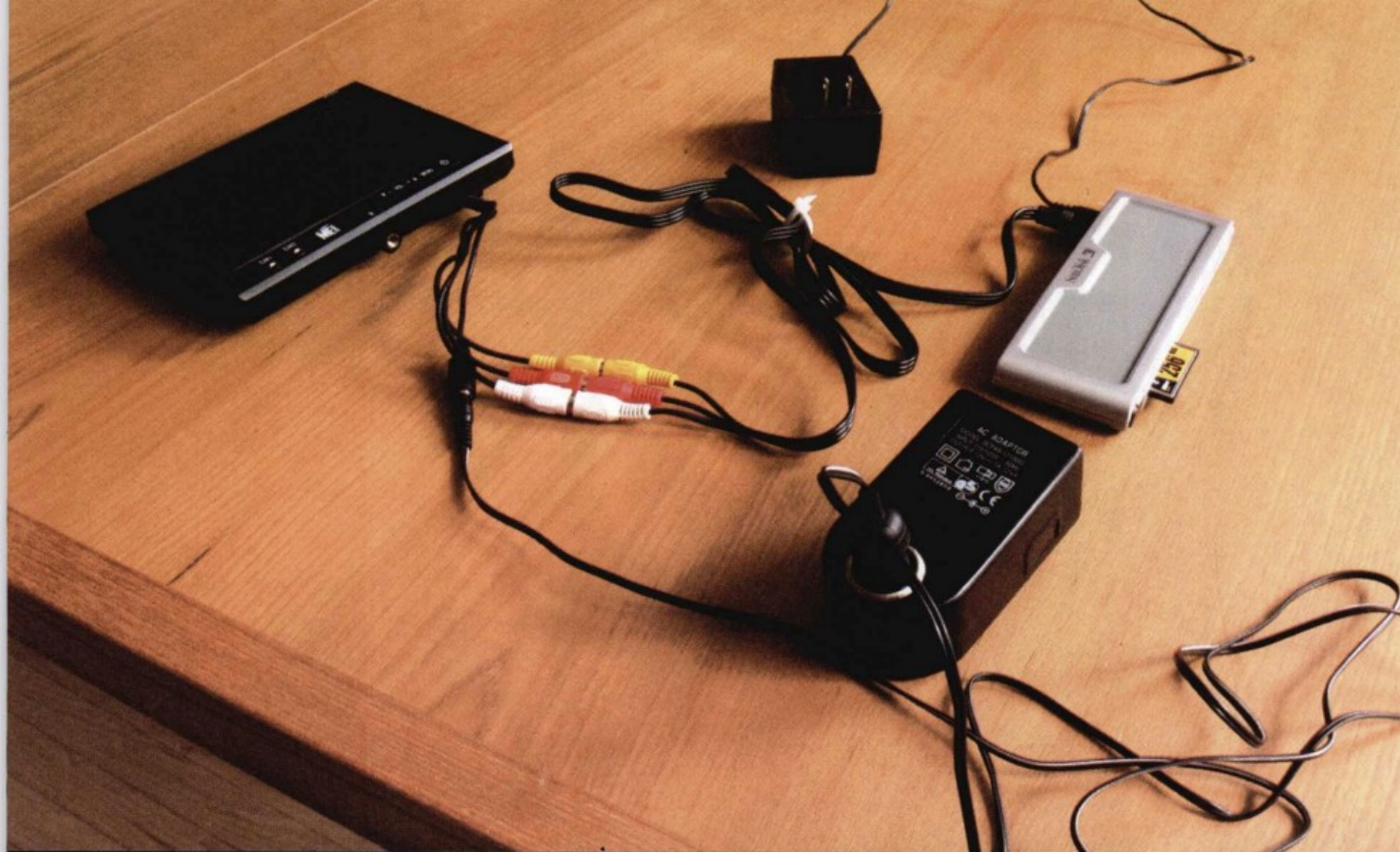
快速版本：

把所有的件拼起来，然后黏到相框上。

稍微慢一点的方案：

1. 把所有的部件的包装打开（1分钟）。
2. 把音频视频线插上，黄色的也是最重要的是视频线。如果想听MP3或者听到视频的声音，那就把红色的和白色的也插上（1分钟）。
3. 把一些照片从计算机拷贝到存储卡里，插进去

图片作者：迈克·昆尼亚夫斯基



照片存在存储卡里，存储卡插在数码相册或固态视频播放机里。这些小东西就能让你看到数码相机或者电视屏幕来的图片和视频。播放机将视频信号传给车载显示器，这些显示器

的设计初衷是给汽车后座孩子放视频的。显示器用12 V供电，而一个电源适配器负责将交流电转化为这个直流电源。

材料

Headrest车载显示屏。这些在eBay上按照大小品牌以及包装大小（有的包装里是两个）卖50~200美元之间不等。不要选有多余硬件的显示器，headrest内置的显示器或者带仪表盘、顶吊的也不要考虑，因为把显示器取出来费时间。确认显示器有RCA（莲花头）视频接口。

存储卡视频播放器。固态视频播放机一般说来更小更便宜而且比硬盘或DVD播放器要可靠。我试了试SanDisk的数码相册和Neuros的MPEG-4录像机。当然也有其他的，价格在30~100美元不等。

汽车墙电适配器。其实就是一个12 V的变压器带了一个汽车点烟器。这样就可以在家里用车载充电器给手机充电。我不太明白为什么要这么设计，但是市场上的确有的卖。我找了一个输出电流1 A的，足够驱动大的液晶了，Electronic Goldmine上卖3.5美元。

旧货店的镜框。我很幸运地花了2美元找到一个旧的梳妆盒，大小刚刚能把显示器和播放机放进去。这种盒式的镜框很合适，这样我们就可以把液晶、播放机、数据和电源线全

部塞进去。否则把这些东西理清爽还得自己去做个盒子。那就得再花钱了。

存储卡 我们需要一个专用的，基本上这张卡就放在播放机里不会拿出来，而且卡越大，能存的照片就越多。

胶带 我用的是透明包装带，因为我手头上就有。当然任何的宽胶带都行。

然后把所有的东西都启动，来确认所有的电子器件都能工作。如果一切正常，那就还拆开来，准备把所有的东西装到相框里（2分钟）。

4. 把东西都装到相框里。这一步可能耗时是最长的。我当时为了把这些部件用扎线带和胶布装到盒子里去花了好长时间，你可以做个防护层，剪下一块垫子放到镜框里，并用玻璃永久地把所有的东西都封在里面。我太懒了，没有这么干，不过你可以试试（9分钟）。

5. 把更多的照片拷贝到存储卡中（2分钟）。

6. 把存储卡插进去（0分钟）！



梳妆盒（现在是相框了）里面的部件。我用扎线带把播放器捆到背后，把显示器粘在前面，然后把线缆都扎了起来

注意事项：

1. 插拔存储卡的地方得留出足够的空间，这样以后还可以往里面加照片。
2. 不要完全把红外感应器（那个红灯）盖住，这样都装完后还能用遥控。
3. 裁垫子之前先根据喜好设定屏幕。液晶屏一般是16:9，但是几乎所有的数字镜框都是4:3。这就两难了。我给你三个选择。
 - 3a 横向拉伸照片并充满整个屏幕，很多电视也是这么做的。这样的话基本上所有的照片中的人会变矮变胖20%。
 - 3b 照片左边右边留下不用的黑边。你也可以用合适的垫子把这个黑边盖起来。
 - 3c 把照片的上下切掉一些，这样的话就能没有变形的占满整个屏幕了。

我不希望照片有变形，也懒得去切照片，于是选择了3b。播放机的固件和显示器的设置上都可以配置这个。

还可以做更多

这种存储卡播放器可以播放视频（这就是Neuros最大的优点。Sandisk看照片更好一些），这样这个相框能做的事情又多了好多。除了照片我还拷贝了一些去年我拿相机拍的一些小段视频。影像质量不像录像机那么好，播放机能支持的文件格式也有限，但是10~30秒的视频看起来还是很不错的，而且很轻松。

当然如果你把一大段的整个视频转成合适的格式也拷贝过去的话，你就可以用镜框看电影了。不过没有必要，我们已经有电视了。

我的下一步是写个脚本能够自动从我朋友的Flickr上下载最新的照片到存储卡上，然后大概每周一次和相框里的存储卡换一下，如果我记得这件事的话。

有时候为了省钱为了懒就得多干好多活啊！

迈克·昆尼亚夫斯基是在旧金山和波特兰两地工作的计算和用户体验咨询人士，他的博客orangecone.com。

如何 监测 大气雾霾

用一个旧的录像机机箱和
20美元的材料制作一个雾霾
测量设备。

肖恩博士

不管是多么晴朗的天气，我们头顶的天空中还是飘着数以千吨的脏东西，像花粉、腐朽植物碎片、昆虫碎片、随风飘的灰尘、水蒸气、森林火灾的烟尘以及火山灰等。我们把这些统称为雾霾。当然人类也产生了一部分的雾霾，最常见的就是烟雾了。

很多的城市都检测他们当地的气团量，然而令人惊讶的是我们对全球雾霾的变化几乎一无所知。可能你并不相信，我们一无所知的原因仅仅是因为没有人从全球的范围来协调组织雾霾监测。考虑到这些观测对地球所有生物的重要性，我们不重视这些不仅仅可耻，更是危险的。

这一切可能不久后有所改观，而我们必须将其归功于美国最伟大的一位平民科学家的创造力。Forrest M Mims是一个知名的科普作家，他因为RadioShack创作的一系列原汁原味而精彩纷呈的手绘的“如何做”的小书而闻名于世，这些书影响了数以百万计的专业以及业余发明家。尽管没有经过正式的科学训练，Mims仍然因在自己领域中的技能而成为业余科学家中的传奇人物。

比如说1991年，当Mims在后院测试一个自己设计的200美元的手持设备时，他发现Nimbus 7卫星上一个比他的设备贵上上千倍

的仪器正在逐渐地偏离校准值。那是一个由NASA的精英科学家和工程师开发而成的高精度光谱仪，这台光谱仪就是发现冷冻南极大陆外层空气的臭氧层空洞的那台（确实是空洞，臭氧浓度大约降低了50%）。臭氧是屏蔽太阳光中最具杀伤力的紫外线的主要保护层，而那个时候这台光谱仪正是NASA监测臭氧的主力设备。

NASA当然很不情愿承认这个由一位业余人士指出的事实。但是，当红着脸的研究人员终于发现他们的错误之后，他们将Mims聘请为一名合作研究人员，并将这位顽强平民科学家送到巴西、夏威夷与美国西部等地区用他那套自制的低成本仪器研究生物燃烧火山喷发对大气的影

Mims的可见雾霾光度计

Mims的天才工具之一是他的可见雾霾光度计。这个令人赞叹的仪器可以用一个旧的录像机机箱和大概20美元的RadioShack元件搭起来。更重要的是，这个设备制作非常简单，再新的新手一个下午也能完成搭建工作。这种设备的出现颠覆了雾霾研究的整个局面，并使得所有的人包括平民科学家、热爱科学的学生以及所有地方的天气观察人员都可以来研究雾霾。

可见雾霾光度计根据的原理是用太阳光这

个测量雾霾的最佳途径。照在地球大气表面的阳光强度大抵是一个常数。因此只要测量出地面的光强并知道阳光穿过的大气厚度，我们就能知道有多少光被散射或吸收了，然后就可以去推算头顶上飘着的这些物质有多少了。

然而，这里有个地方比较复杂。空气里的分子也会散射阳光，这就是所谓的Rayleigh散射的现象。这种散射的效果可以造出漂亮的蓝色天空与壮丽的红色晚霞。但是事实上空气中的分子对蓝光的散射要强于红光很多，这就导致测量雾霾的时候就很不方便。为了解决这个问题，我们测量的时候必须取散射为常数的光谱段。

为了达到这个效果，专业设备通常先探测所有的光谱，然后再加一个昂贵的光滤过，只让很窄的一段频率的光通过。但是Mims可没有美国政府的批款，他需要找到一个便宜的办法。

LED灯，一个便宜而简单的解决方案

Mims的解决方案是采用现代技术的奇迹发光二极管(LED)，LED的成本只在美分级别。从电气上来说，LED已经不能再简单了，只要把电流从灯下部通过，顶上就会有单色光发出。Mims知道这个过程和大多的自然过程一样是可逆的，换句话说只要有光照到LED上，就会有电流产生并可以被检测到。更重要的是LED发出的是单色光，因此也只有对应颜色的光才能在LED上产生电流。

LED可以检测到比起发射的光波长略短的光。处在一种特别的能量状态中的LED可以发出光子。原子物理学家们将这个能量状态称为价带(conduction band, 亦称valence band, 译者注)，处于价带中的时候，电子可以在物质周边活动。发射光的时候，从LED管腿上来的电流将电子注入价带。要想检测光子的时候，光子本身要来提供这部分转化能量，而波长短的光子的能量要高于长波长的光子，因此LED检测的光子总是比发出的光子波长略短。

Mims的光度计用的是一个发出大约555纳米波长光并能检测大约525纳米波长光的绿色LED。这个LED在Radioshack卖的价格不超过1美元。电路的构成也只有两个元件，一个是运算放大器，另一个是电阻。Mims把这个光度计放进一个黑色塑料VHS录像机机箱里，在盒子一头钻了一个孔以便阳光射入。

制作光度计

1 准备LED

LED的主体是黏起来的，LED顶端像个透镜用于会聚相对微弱的LED光并形成狭窄的锥束并呈现出来。我们是检测光，把这个透镜与大部分LED的主体去掉的话就能有更多的光到达传感器。用点粗糙的砂纸并加以清洗能很快地完成这个工作(去除顶端)。从上往下磨直到离底部光产生部分的4 mm之内。

2 完成并安装电路

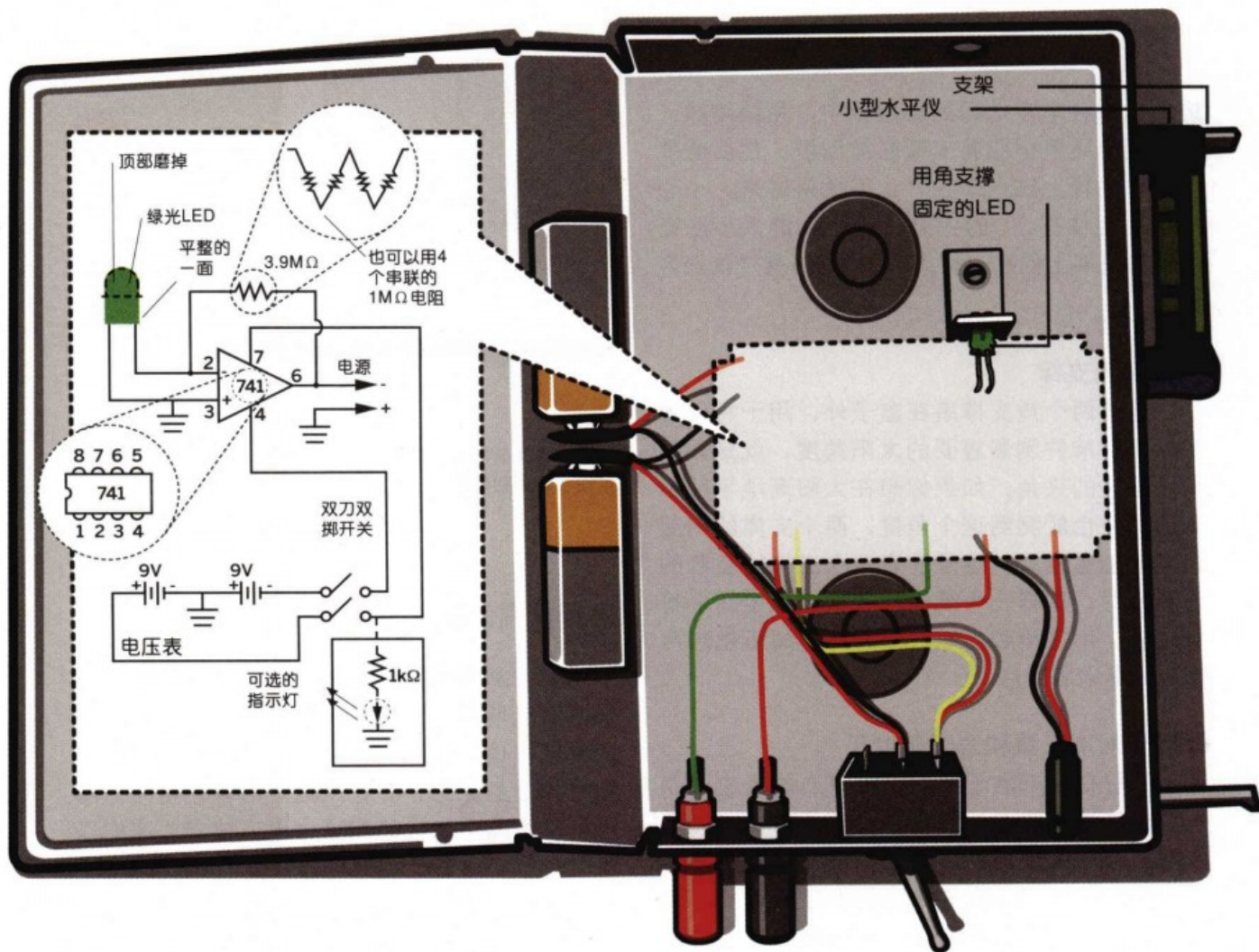
现在可以搭建一个面包板电路并在VHS盒子里面安装了。LED和你最后要钻的孔间留上一定的距离，这样可以保证接收到的光只是太阳光而不会是环境光(如果只是短期使用如一个科学展的话，你可以用热熔胶。要是想做得精良一些的话，可以用小的1/4英寸的螺柱来定位面包板)。然后把端子、电池座以及指示灯装到盒子里。

3 测试电路

到测试电路的时候了。室内的电灯太弱不足以产生足够强的信号，因此要把仪器拿到外面，用一个万用表来记录所谓的暗电压，就是盒子关着的时候量到的电压。Mims选的器件暗电压很可能比较大，大概几百毫伏。然后打开盒子让阳光直射到电路板上，如果打开或关闭盒子的时候电压上下跳动幅度为几伏的话，这个电路工作就是没有问题的。

4 紧固LED

用一个角支撑来保证LED传感器不会随着时间的改变而移动。如图所示将LED塞到角支撑一



制作自己的雾霾光度计

如下为所需元件

741运算放大器 (RadioShack 276-007)

3.9MΩ 的电阻 (RadioShack没有这个阻值的电阻卖)
或者4个串联的1 MΩ 电阻 (271-1130)。Mims的电路需要
3.9 MΩ 的电阻是因为这个是一个标准的阻值。用4个1
MΩ 的电阻串起来的4 MΩ 用起来也没有问题。

小面包板 (276-175)。用这个就不用焊接，做电路就
很容易了。

绿光LED (276-022A)

9V 电池2个

9V 电池帽盖2个 (270-0325)

连接线或者线缆套件更好 (276-173)，这个是一个小
塑料盒子，里面有长度不等的预先剥好的线。这个线
缆组件可以节约大量的时间和精力。

双刀双掷开关 这个开关可以同时关闭运放的正负电源。

推荐RadioShack的275-652。

1英寸 (25 mm) 的L型角支撑3个，附近的五金店有卖

黑色不透明的VHS盒子。

小型水平仪

下面的部件可选但是强烈推荐使用

电池夹或者电池座2个 (270-3268)。这个用来将电池固定
在盒子内。我们当然也可以用胶带，但是电池座在野外
更加方便。

香蕉插头端子2个 (274-662)。我们也可以从盒子中
伸出两根线来给电压表，但是用触点可以使电压采集
更方便。

如果用香蕉插头端子的话，你会需要香蕉插头连接
器2个 (274-721)。

我在Mims原来的设计上加了一个LED指示灯 (276-309)，这
样我一看就知道电路是否在工作，如果你也想把这个
加进去的话，你会需要一个5 kΩ 的电阻 (271-1124) 用
于给LED限流。

边的孔中并牢牢地顶到面包板中，用热熔胶、螺丝或者环氧树脂将支架黏结到位。然后需要在盒子的顶上钻一个孔，让阳光射进来。小心地把孔定位在LED的上方。这个孔的大小应当大致与角架上的孔一样大，差不多6英寸就很合适。

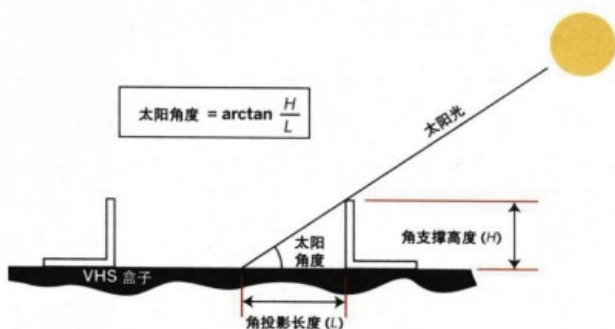
5 安装角支撑

另外两个角支撑装在盒子外，用于将仪器和太阳对准并测量重要的太阳角度，就是太阳和地平线的夹角。如果你想在太阳离地平线不高的时候也能测到这个角度，两个支撑的相互距离要越远越好。但是注意两个支撑的竖着的边要相对，这样一个纸的尺子可以从中间平着穿过去。用热熔胶、螺钉或者环氧树脂把这两个边牢牢地固定住。

6 制作对准工具和太阳角度尺

然后在靠近盒子中间的支撑上的竖边上放一个小片的白胶布。然后打开盒子将仪器对准太阳。移动盒子直到阳光透过钻孔后直接落到LED传感器上。如果支撑差不多对准完了，太阳光透过前一个支撑的孔而来的图像会在胶带的某个地方出现。用铅笔在这个圈的中心轻轻地做个记号。这个盒子合上的时候可能稍有变形，因此需要再调整一下这个记号，将盒子关上，并用装在外面的角支撑把这个仪器和太阳做对准。然后将整个仪器朝着各个方向略倾斜一下并观察电压表，找到产生电压最大值的方向。在太阳光点的中心做一个永久的记号。自此而后，只要光点对着这个记号，我们就知道里面的传感器是在太阳光的照射下了。

接下来，把一个纸质尺子贴在盒子两个角支撑之间，也可以复印一个米尺来代替这个尺子。最后把小型水平仪黏到盒子上。小型水平仪效果不错，我们可以买一个并用钳子将水平仪和弹簧连接的塑料件绞断。水平仪装完了就一切完工了！



拿角支撑高度除以角支撑影长来计算太阳角度。这个值的反正切就是太阳角度

进行雾霾测量

要去测量的话，首先需要记录暗电压，就是没有光照情况下的电压值。把这个孔盖住并记录电压值。现在把这个太阳的光点对准靠后角支撑上的记号，并记录这个时候的电压。对应的雾霾测量值就是用这个电压值减去暗电压值。

接下来需要计算出太阳角度。把盒子放水平，角支撑向上。当盒子对着地平线上太阳下方的点的时候，前支架就会在尺子上投下一个影子。通过简单的三角运算，太阳的角度是直角高度除以影子长度值的反正切（可以用Excel软件中的arctan()函数）。不要忘了记住当前的时间和太阳附近的太空状况。

尽管你现在就可以进行数据采集，你还应当尽早校准一下你的光度计。记住你测量到的信号只能告诉你多少光到达了你的探测器。但是要测量雾霾的话，你还需要知道多少光因为被散射或被吸收而没能到达你的探测器。要想计算这个的话，你必须知道这个仪器在大气层之外的时候的读数。换句话说就是你必须知道对应太阳地外常数ET的电压值。有点繁琐，不过计算还不算复杂。

你大概需要半天时间，从早上到日中或者日中到晚上都行，天空必须是透亮的蓝天，而且要几乎没有云彩。

气溶胶光程与Langley图

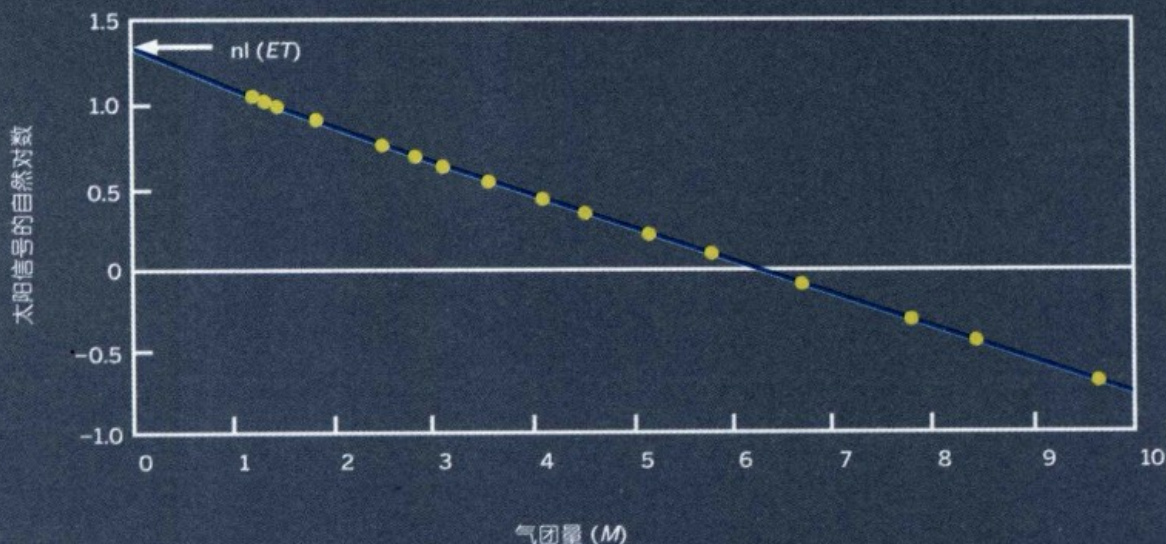
气溶胶光程 (AOT) 是用来量化雾霾的一个量。要计算出这个值, 需要减去光度计的暗电压并补偿Releigh散射与太阳角度。

公式是:

$$AOT = \frac{1}{M} \left[\ln \left(\frac{ET}{V_s - V_d} \right) - \frac{MP}{8660} \right]$$

其中ET是地外常数 (这个信号应在大气层外测量), V_s 是测到的电压, V_d 是暗电压, M 是气团量 (通过太阳角度测量得到的), P 是以毫巴为单位的大气压。常数8660是一个在LED检测波长 (525 nm) 处的Rayleigh散射经验常数。

Langley图



首先, 接近日中的时候每20分钟读一次信号电压与太阳高度, 远离日中的时候每10分钟读一次信号电压与太阳高度。然后为每次读数计算一下气团量。气团量是你和太阳之间空气的厚度。依照惯例, 当太阳直射的时候 (太阳角度为 90°) 气团量为1而日落的时候 (太阳角度为 0°) 为无穷大。公式就是 $M=1.0/\sin(\text{太阳角度})$ 。

要找到你的仪器的地外常数, 拿每次得到信号的自然对数值和对应的气团量做一张图。这个图就叫Langley图 (如上表所示), 这个到太阳质量为10的地方应该还是一条直线。在这

张图上, 气团量为0的地方与地球大气层之外相对应。因此只要将这条线往y轴上反向延伸就可以了。得到的结果就是地外常数的自然对数。一旦知道这个数字后, 我们就可以用上面的算式来测量气溶胶光程AOT这个科学家们用来定量空气中有多少杂质的数字了。现在是不是将得到的数据发布到网络上让其他人用就取决于你了。如果发放到网上的话, 请登录Make网站并在makezine.com/06/citizenscientist发表评论。

肖恩博士 (肖恩·卡尔逊博士) 是业余科学家协会 (sas.org) 的创始人与执行总监。他因帮助普通人来从事不普通的科学而赢得了麦克阿瑟奖。

总在制作中的人 肖恩·康纳利

罗斯·谢弗是一个大忙人。他不在自己的机械车间里的时候就在他的木工房里，不在木工房里的时候就在弹吉他或者在他的乐队South Bend（根据车间里的一台机器而命名）演出。要么他就在骑某一台自己做的自行车，要么就是开着Ducati摩托车穿行在北加州索诺玛县的弯曲的小路上，要么就在把Ducati摩托车拆开来代替升降机，要么就在修老的扩音器和旧吉他，再要么就在为他的夫人拿废金属做鸟巢，做烛台或者床头柜。

“我一直在制作东西，”他说，“我宁愿自己做东西而不是去买，如果不会做就去学怎么做。”现在他刚为一个海关大楼完成了一个钢楼梯，正在改造自己的家。他家是在一片特漂亮的农场上的一间小屋（农场里还养着鸡、羊，一个用废窗户做大片花园的绿屋子，曾经里面还有过一头叫做荷马的猪）除了这些田园生活的元素外，还有两个重修的鸡圈和畜圈。里面有一个音乐电台、一个木工房、一个办公室、一个缝纫屋、一个合适的车库和一个机械车间。

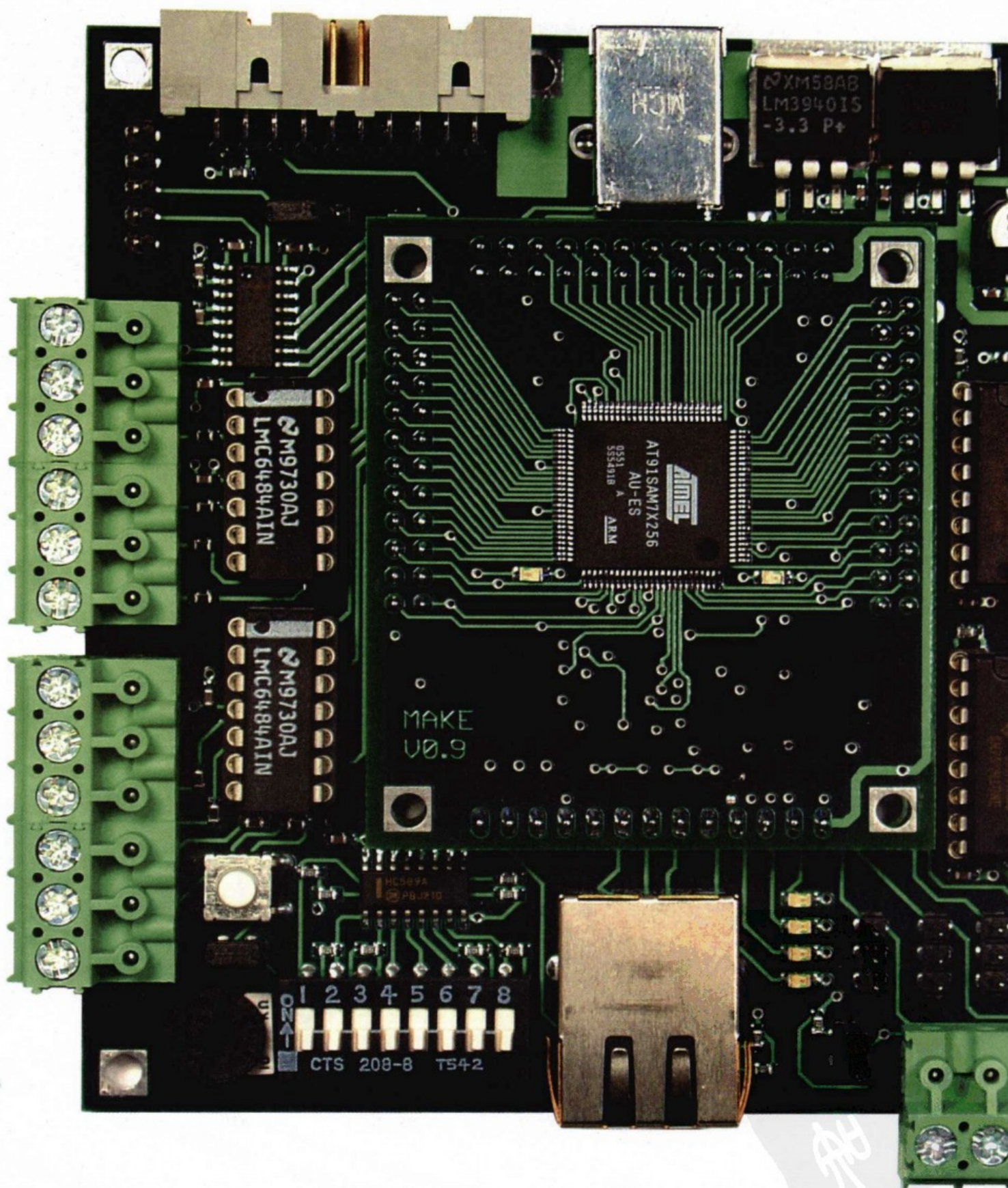
罗斯曾经是一个以手工制作车框和配件著称的相当成功的高端自行车公司SalsaCycles的老板，把公司卖掉之后，罗斯开始了他的下一个事业，做金属制作师，也是金属乐队的吉他手，也是抢手的木工，也是卓有成就的艺术家。你可以到six-ninedesign.com看看他的这些成就。

1. 罗斯的自己做的固定齿轮自行车（他最喜欢的一件）。2. 桌子旁是他给他夫人玛丽做的一件礼物，“实在是太漂亮了。”她说。3. 罗斯做的管吉他扩音器。4. 他给夫人做的另一个礼物，带烛台的桌。5. 罗斯做的第一个管吉他扩音器。6. 大屁股铣床。7. 罗斯做的声音极其漂亮的第一把吉他。8. 罗斯曾经参加摩托车比赛，这些是他的带Salsa cycles 标志的比赛服。9. 这个罗尼海报是他的夫人从苏格兰一面墙上偷偷拿下来的。10. 另一台大屁股铣床。11. 罗斯为他的儿子马科斯的第三个圣诞节制作的自行车，现在马科斯已经20岁了。



图片作者：克里斯托弗





“制作” 控制器

正式推出几乎革命性的
微控制器满足所有的
DIY需求

大卫·威廉姆斯 利亚姆·斯特卡乌斯基

曾几何时，微控制器芯片和使用工具是如此的特别以至于一般人根本用不了。

从Basic Stamp套件到Wiring和Arduino板，现在生产商与开源组织提供更简单的编程微控制器的方法，使得工程世界与兴趣爱好者、DIY人士、艺术家与学生之间交互成为可能。

但是即便是最新的提供类似内建网络功能的32位芯片，编程一个芯片和设计一个电路对圈外人士仍然是一个很大的障碍。

DIY微控制器界革命需要的所有元素包括：一个用户友好的开源平台并能完成所有的工作，支持上千个项目，新手老手都能使用。

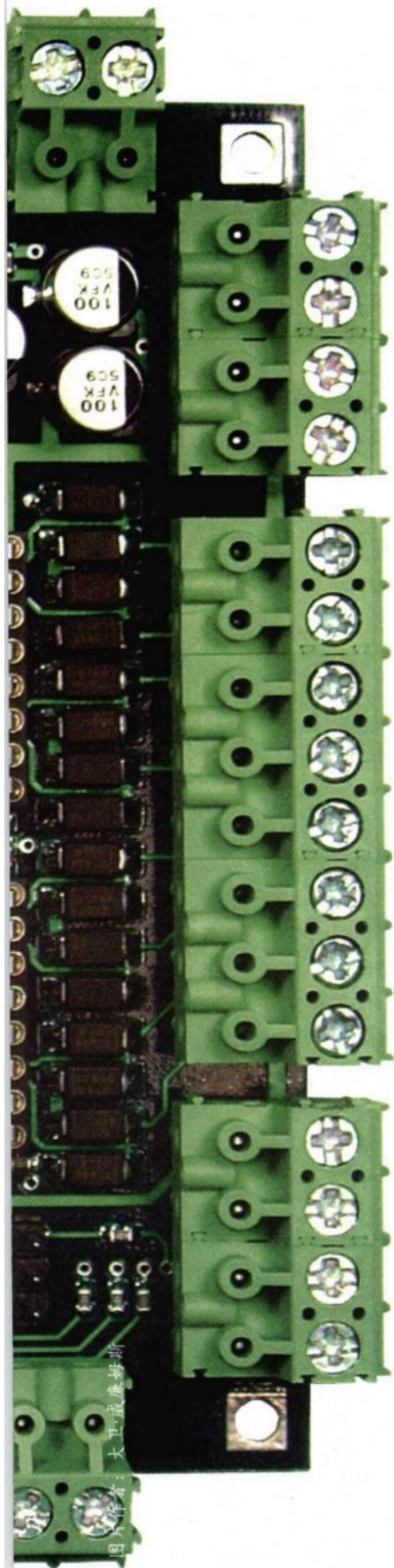


图1 威廉姆斯

开源硬件

普通人能用到强大的技术本身总是一件让人兴奋的事情。现在在微控制器领域就在发生这样的事情。在很多行业起革命性作用之后（需要行业级别的开发预算），现在这些万能芯片变得越来越易于编程，并易于使用免费或开源的软件工具。

我们以及制作杂志同仁都意识到，如果有一个通用的控制器套件来作为免费与开放的开发环境，“制作”人们将能发挥提供这个套件无限可能性。这样一个智能的模块将使得不同的工程与多页的复杂指令变成“将这些部件连到控制板上，上载这个代码——哈，你完成了一个厨房（或者花园或起居室或后院……参见第169页的边栏）用的新设备”。而这样的平台还会启发更多的资深“制作”人来开发并共享他们的原创项目。更理想的情况是，这样一个控制套件能够足够引人注目，从而吸引到一个健康发展着的开发人员社区的注意，这样这个套件就能不断得到回馈并能自行成长。

去年，制作杂志向MakingThings提出要开发这样一个平台，“制作”控制器。我们当时很高兴，而现在更加高兴地宣布现在这个控制器已经完成了。这篇文章里我会讲解这个套件的两个板子是如何工作的，以及我们为何那样设计。

基本原理

从起点开始，这个就应该是一个开放的项目。我们由类似产品的经验以及从我们的客户那里（Making Things自1998年以来一直生产并销售各种各样的控制板）得知，如果没有可变的硬件和软件，实验者和改装者的创造性将会受到极大的限制。而这些人恰恰是我们的客户群。我们会公开所有的原理图并鼓励对硬件进行改动和改进。软件开发环境为了便于开发也必须是免费且易于获取的。通过支持多平台、免费与开放的工具，我们做出了一个开放的硬件平台。这样不同的多个组织将能支持，协助发展并享受这个平台。为了能够让更多的人参与其中，我们还需要这个套件相对便宜，最后我们将成本控制在150美元以下。

为了同时支持新手与老手，我们决定设计两个板子。控制板本身包含微控制器，再加上基本的电路和外设。这个控制板可以插进一个大应用板来与真实世界的电子设备如传感器和驱动器来接口。应用板的用户可以直接插上一个步进电机或是空气动力阀，而不需要设计电路并用芯片开始来驱动这些设备。我们设计了一个通用的应用板并集成了控制和通信功能，以后还会加入其他不同的功能如CMOS相机与音频输入输出等。

由于有两个板子，新手可以用应用板来做实验，不用太担心将板子搞坏。而高手们则可以用应

我们决定采用更新更快的芯片来做出一个新一代的控制板。

用板或者将控制板插入应用板内来实现自己的设计。

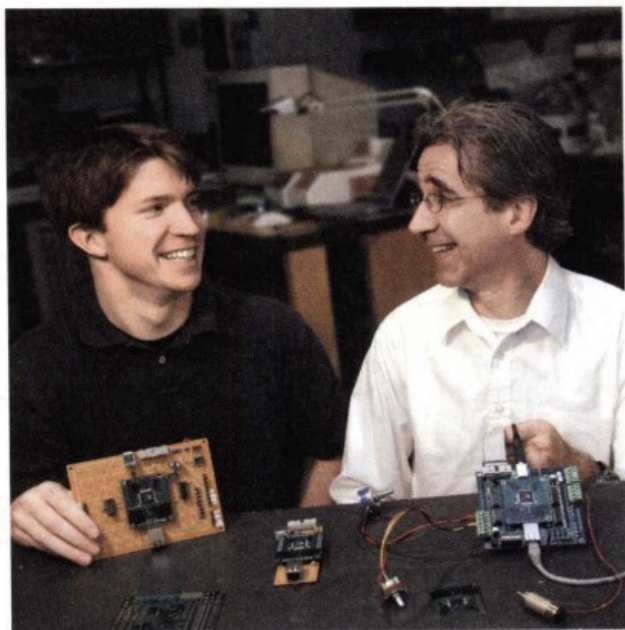
对最有经验的编程者来说，直接控制微处理器是最好的。我们板子上所有的东西都是可以控制的。他们可以去读700页的处理器手册，深挖芯片的结构，选择或开发自己的软件与驱动，并对板卡的操作的各个方面都加以完全的控制。

新手们也有的选择。应用板上有开关可以选择与控制预先装在控制板上有用且有趣的软件。这样套件本身拿出包装无需编程就已经是可以使用并可以配置的了。玩遍开关之后，新手的下一步就可以下载不同的代码并用USB传到板子上去了。

选择微控制器

首要且最重要的任务是选择微控制器。微控制器市场上针对大部分爱好者/艺术家或是DIY人士的微控制器是8位的，而内部支持8位和16位的操作。我们之前的所有“制作”控制器也都是8位的，包括我们自己的产品Wiring和Arduino板。

最近出现了32位的微控制器，其中有一些比8位机要快上数十倍，并拥有大很多的片上内存与多样的片上资源。他们除了运行简单的控制任务外，还能自如地运行多任务并通过桥芯片和网络与



利亚姆和大卫与最终版MAKE控制板套件以及几个原型

外界通信。这些微控制器的缺点是要贵上一些（大约9美元而不是7美元或者更少）而且需要消耗更多的电力。

我们决定使用更新更快的芯片来做一个真正下一代的控制板。由于Philips、STMicroelectronics、Texas Instruments以及Atmel都有32位的产品，我们需要从中选一个。我们开了几天的会，后来还从旧金山到波士顿去，过了紧张的一天，最后我们有了足够的信息并选择了Atmel AT91SAM7X256，这个芯片也被称为SAM7X。这是一个全新的芯片，拥有一系列炫目的以往兴趣爱好者只能想象的功能。除了已经让人兴奋的基本数据（32位55 MHz的ARM核，256KB的闪存以及32KB的RAM）这个元件还有网络接口能力，有一个USB接口以及一个CAN接口（CAN是控制地区网络Controller Area Network，是一种简单灵活的二线协议，最先开发出来是用在汽车领域中的），几个串口以及其他的资源。这些使得这个芯片成为市场上最多能的微控制器。

SAM7X的以太网口开启了一整块的可能应用。比如，它能够作为一个网页服务器或者Telnet服务器，或者自己从以太网中获取数据。它的USB接口可以让它和计算机进行接口，并把一些计算负荷较重的任务交给计算机。通过这两个口任

意一个，你都可以用一台计算机进行特殊的处理而同时连着微控制器与别的地方交换信息。

最后，由于SAM7X的推出产生的轰动，很多软件厂商的开发环境以及其他的工具都支持这个芯片，结果是我们开始之前就已经有了很强的软件支持。

选择开发环境

我们做的下一件事情是确认开发SAM7X所需的一系列免费工具已经存在。幸运的是GNU的超级开源编译器gcc支持绝大多数的ARM控制器。虽然在本文写就的时候，gcc提供给ARM的调试环境还是有限的，但是gcc每次升级都会更加强大而且效率更高。

还有一些昂贵的专业工具也支持SAM7X并使用gcc，包括Rowley和Cross Works for ARM。这意味着你可以使用高端的开发环境或者开源的工具来开发“制作”控制器。

设计硬件

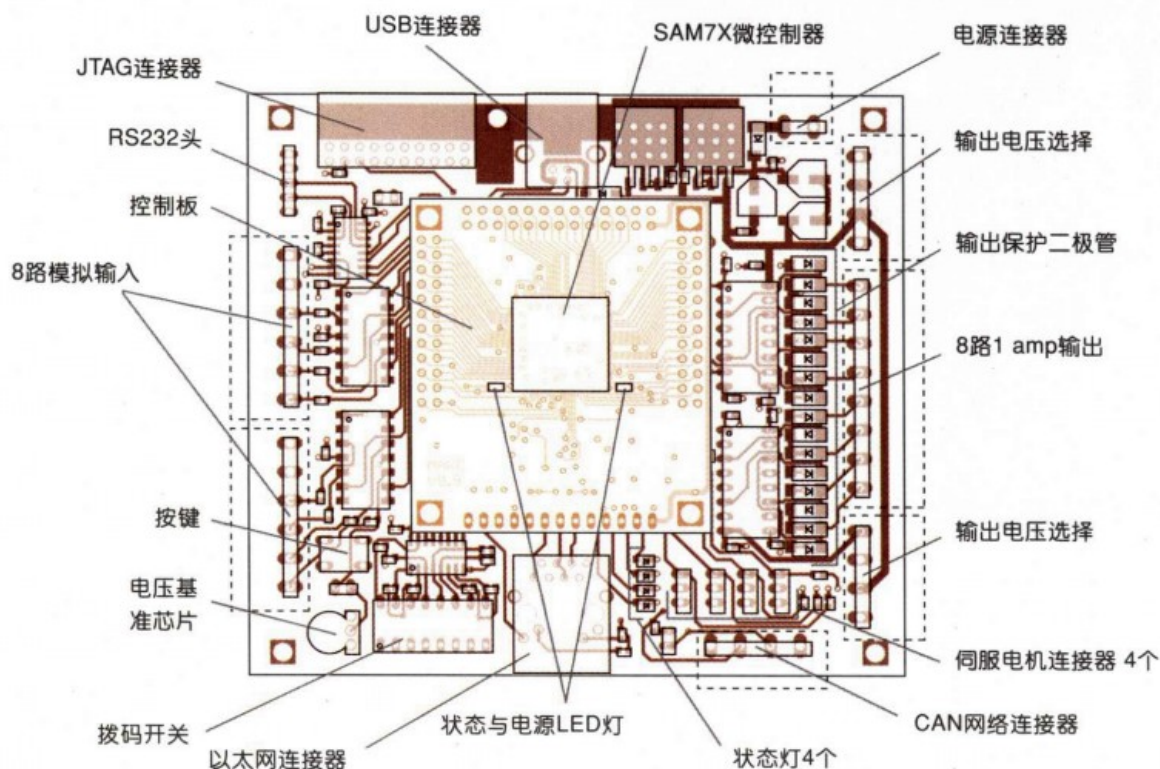
到现在为止，最困难的部分就是设计硬件了。下面列举了我们遵循的步骤：

1. 决定基本功能。每块板卡将包括哪些东西？我们做过的决定中的一个例子是把所有的以太网支持（除了连接器本身）都放在控制板而不是应用板上，这样所有的用户都能用到这个功能。
2. 决定微控制器各引脚的功能。SAM7X有100个引脚，但是考虑到这个芯片的复杂功能之后也显得不是很多。生产商通过选择用户模式与属性来设置页面以得到更多的功能。因此分配各引脚的功能就变成了一个巨大的逻辑拼图。
3. 计算电源需求。那些元件需要什么样的电源，板子上的最高电压是什么？
4. 画原理图。根据元件厂商的注解和通常的设计实践来将所有的元件连起来。

MAKE控制器套件：控制板以及应用板的板面布局

能插进应用板的控制板布线

虚线的连接器可分离的



5. 为所有的元件选择封装格式。我们更希望采用表贴元件（SMT），因为表贴元件更小，价格各便宜，而且手焊的话尽管表贴很难焊好，但真正组装时表贴元件更加便宜。

6. 将原理图映射到PCB板。每根线连着两个点，不能重叠，线间距也不能太小。地和电源可以走四层板的内层，这样走线方便而且有利于减少电气噪声的相互干扰。

7. 检查再检查所有的东西。

8. 生成Gerber图。PCB光板是依照gerber图来做的。绝大多数的PCB布线软件都可以导出gerber图。

9. 将Gerber文件发给某个电路板光板生产厂商。控制板上的线和SAM7X本身的焊点之间都是非常接近

的。对于一个这么精细的设计，很多简陋的小厂送回来的板子总是会有短路存在的。

10. 组装电路板。将所有用到的元件买到并将其和电路板一起送到电路板生产厂商。

11. 测试。我们拿到第一块板子的时候，发现复杂的以太网部分有错误。要解决这些问题需要真正焊接上的歪招。

12. 庆祝。设计新电路板是一个紧张的过程，设计失败意味着浪费钱而且自信心会受挫。最后板子工作起来的时候，所有人都放下下心来。

设计软件环境

对微控制器直接编程的困难之一是必须为设备的独有内部工作机制写程序。这意味着我们需要整理代码结构来允许其他的函数运行，意味着解码神秘的头文件以及按bit操作复杂的外设。这些我们一个也不想干。

为了让我们用户（也包括我们自己）解放出来，我们完成了一系列的多层次的代码用来更抽象地访问板上的资源。开发人员可以直接在工程文件中包含这些文件，而不需要去理解每个设备的方方面面，就可以调用封装了很多的繁杂的硬件设置的简单函数。比如说，我们一个简单的调用AdcInit()函数初始化SAM7X的模拟-数字转换器。这个过程要是没有这个调用的话需要写很多很多的代码。

另一个对裸微控制器编程的困难之处是必须要明晰地管理所有的控制传递，并在各个任务之间共用处理器。这个问题的解决办法是使用一个实时操作系统（RTOS）。RTOS内部使用了复杂的机制，可以同时运行多个功能并严格控制时序。有了RTOS后，应用编程就變得更快更简单也更加优雅了。

RTOS以往都很贵，而且在8位机上运行RTOS会为了RTOS系统本身消耗太多的资源。还好我们有一个很好的免费RTOS叫FreeRTOS.org，可以在SAM7X上运行。当与LwIP（lightweight IP协议栈，以代码量小，支持全面而在嵌入式领域声名赫赫，译者注）这个提供网络连接能力的小代码库连接起来后，我们就有了能连接网络的完整的RTOS了。

结论与展望

我们对“制作”控制器套件很满意。这绝对是一个让人用起来很高兴的套件，而且与实际的设备相连也非常简单。我们期待着加入更多的功能，也期待看到其他人在这个套件上面的想法与工作。试一试然后告诉我们吧。我们的邮件是info@makingthings.com。

大卫·威廉姆斯非常喜欢机器与智能软件之间的连接，他也为软件、电子以及机械工程设计制作了专业的工具。利亚姆·斯特卡乌斯基从工程师和音乐家的视角开发了传感器驱动的硬件软件系统。

可能的项目

不久的将来“制作”控制器可能被用于



调酒器

定时控制的阀和电动调酒棒可以从不同的倒置瓶子中取得定量的不同饮料加以混合。



植物看护电子人

利用光传感器和电机控制器将植物定位到最佳的生长位置，还可使用湿度传感器来触发阀门保证充分的灌溉。



胶枪三维成像

3轴的步进电机和触发控制可以通过一层一层的热熔胶来建立做出稳定的三维形体。



自动宠物喂食机

远程通过网页为基础的接口或者定时程序利用电机给宠物喂食。当宠物站在特殊的位置时取消喂食。



液体温度控制器

通过热反馈回路将液体保持在一个特定的温度范围内——用于酿造、水族馆、糖果制作、照片冲印等。



全球的传感器网络

大规模的调查系统从数以百计的节点连到同一台服务器来注册传感器。而该服务器用于发布传感器传来的信息。



给自己装备一个“制作”控制器套件

本套件现在在makezine.com/controller上有卖。你也可以在这个网址学到更多相关知识，包括完整的原理图，你还可以在我们的在线论坛上与我们分享你的经验。



做冰激凌可以很简单而且很好吃。你只需要配好组成成分，加两个牢一些的塑料袋子，然后玩一个小小的丢包游戏就可以了。

外层袋子

冷冻剂所需成分：

2.5磅的冰

1.5磅的盐

内层袋子

冰激凌所需成分：

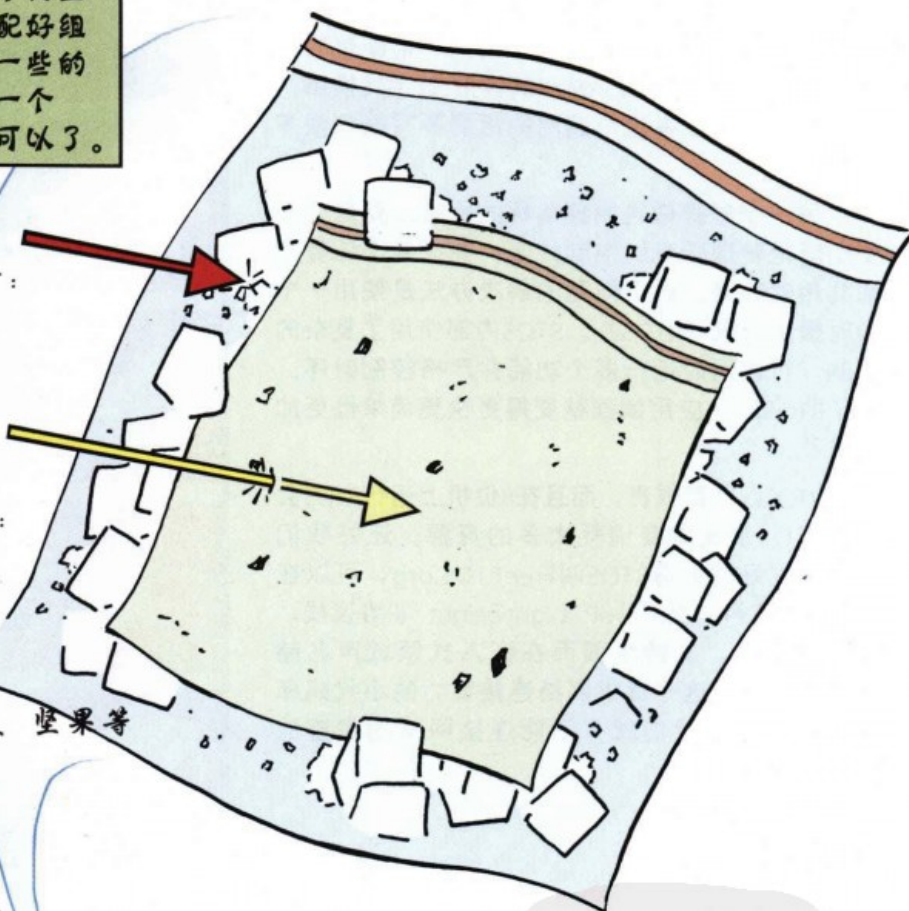
1杯奶油

1/2杯纯牛奶

1/3杯糖

1/4勺的香草精

可选：巧克力块、坚果等



把合适的成分放到对应袋子中，然后打上死结或者狠狠地扎紧！

最好戴上手套再扔，因为真的会很冷！



和蒙古人一样，你需要把各种成分冷冻。把盐和冰混合在外层袋子里后，会变成冷冰的盐水。

我们大叫……

冰激凌

冰激凌的确切历史是什么？谁第一个发明了冰激凌？

有人认为是古代的蒙古人发明了冰激凌。有道理！

我快冻死了！

我也是。

奶袋子会将内层袋子中的成分混合并冰冻起来。

如果将一碗冰激凌的周长除以直径将会得到什么？

完成后，把内层的袋子里的东西倒到碗里就可以吃你的冰激凌了。

一个模型！

圆周率 $\approx \pi$ 约等于 3.14159

权宜之计

李·D·兹洛托夫

场景：你和你的妻子还有两个十多岁的孩子住在乡下一个一层楼房子里，旁边就是陡峭狭窄的峡谷流出的急湍的山溪。早上很早的时候，你被一个地震惊醒。家里人都好，不过电力中断了。便携的收音机告诉你地震严重破坏了这个地区，电力恢复需要好多天。地面和手机通信也中断了，当然你也不会有信号。

你看了看外面，下面的一个山崩不仅将路冲毁还阻挡了溪流。溪水迅速上涨，估计15分钟后就会淹到房子了。

你有两辆车：一辆是丰田的Prius，一辆是Chevy的Suburban。两辆车的油箱都是满的，手机充电器也在里面。但是房子后面的空间只能保证一台车不被水淹，在山崩的高度之上。你家里有一些典型的财物和一套基本的工具。但是你所有的露营装备都借给你哥哥了，现在夜里很冷。

挑战：你有15分钟来决定将哪一辆车移到干地上去，同时你还必须告诉你的家人去搜集房子里的东西，用来保证至少5天的给养。你还需要找出一个方法让外面的世界知道你还活着并且需要营救。

还有一个提示：你的唯一的邻居，一个单身汉大卫，可能昨天兴奋过头了，地震也没有震醒他。但是他的房子和你家的一样快会被洪水淹。你可以派一个人去叫醒他，他也会和你一起出来不过基本上除了身上的衣服就什么也不会带。你是应该把大卫带上还是觉得像这样的大灾大难就各人自扫门前雪罢了。

现在再看看你的手表。你立即做一些重要的决定，并判断出你需要做什么带什么。因为15分钟后，一切会结束，你会完全被孤立而且无家可归……开始！

李·D·兹洛托夫是一名作家/制作人/导演，他是MacGyver的创始人，也是 Custom Image Concepts的总裁。

照片：托夫尔·卢平斯



最好用的各式工具、软件、书刊杂志以及网站

工具箱



把你的起居室变成一块
生产科技产品的土壤



Roboraptor (机械雷霸龙) 无敌天下

价格: 100美元 roboraptoronline.com

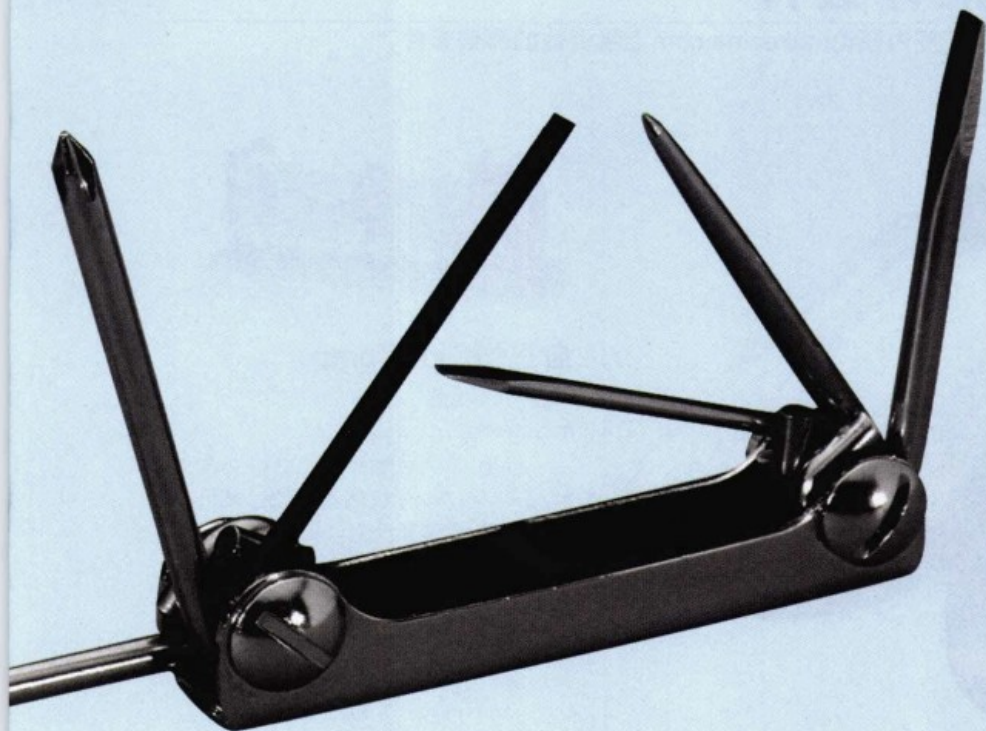
在马克W.蒂尔登的设计指引下, WowWee Robotics公司做出了有史以来最好卖的机器人Robosapien。而他们的恐龙机器人则演变为Roboraptor (机械雷霸龙)。

这个32英寸长的Roboraptor上装备了红外传感器、触觉以及声音传感器, 能够与外界环境完全交互。Roboraptor的控制器有点像PS 2游戏机,

用来控制Roboraptor的身体运动、个性模式以及恐龙模式。Roboraptor是有多种情绪的, 有两个按钮就可以切换捕猎, 玩乐以及警戒三种模式。与Robosapien不同, Roboraptor拥有特别的激光定位功能, 可以通过遥控器加以调用。只用将绿色的“辅助定向光束”照到任何表面如墙面上后, Roboraptor就会扑过去。

Roboraptor和Robosapien改装一样容易吗? 我问过马克·蒂尔登这个问题, 答案是Roboraptor可以给芭比娃娃或者除暴突击队做坐骑, 也可以加上一个微控制器用于应答它的压力传感器阵列 (高级智能改装), 也可以设计一个镍镉墙电充电器这样它就可以自动充电了。现在开始做吧。

——戴夫·普罗诺夫



Ubergeek 超级工具

Eklind 六叶螺丝刀 价格: 12美元

eklindtool.com

虽然这个看起来像是那种扔到杂物箱里然后忘掉的东西, 15年来我却一直将我的Eklind六叶螺丝刀放在裤袋里, 而且几乎每天都能用到。

我曾经用这把螺丝刀的T-15在走夜路的时候调修过头灯, 用上面的#1 Philips螺丝刀拆过上千个计算机机箱, 用上面的小螺丝刀调整过眼镜, 用上面的锥子在安装板上钻孔装过路由器。虽然这把螺丝刀上没有某些工具上的钳子, 但是从重量、各叶螺丝刀的组合以及手感综合来说的话, 这把螺丝刀要比那些工具好很多。

——斯蒂夫·约翰逊

制客天堂

Ax-Man 尾货店

ax-man.com

我几年前从明尼阿波利斯市搬出来了, 现在很想念这家店。这个店里专卖一些工业元件、轮子、电机、扬声器、布料、泡沫、防毒衣等, 自己想做点东西需要的材料这里都能找到。你要是在Ax-Man店里走动的话, 会看到大个的装着小孩玩具部件的电动显示屏, 旁边还有好笑的描述。我曾买过一些漂亮的大只好莱坞风格的金属薄膜筒, 然后磨成了文件夹。双子座(明尼阿波利斯市又名双子城, 译者注)的住户们注意了。

——乔尔·瑞德科



政府处理品

govliquidation.com

在找“外空生存设备”或是“核反应堆”吗? 可以去Government Liquidation看看。不过注意, 要是想从“作战或登陆舰艇”类里面买东西的话, 先得准备一些文件。

这里的选择很多: 车床、印刷机、蒸汽涡轮、电锯、牵引机车、起重機、帐篷、船只、吉普车、大型计算机、电磁线圈、扩音器、警报器、电机、电传打字机、照相机、示波器、各式工具等。简而言之, 极客们梦想拥有的一切这里都有。

注意不要被照片上的大小误导了。我有一次买了一个Hughes FACT计算机(这是一个用来测试飞行器电路的大型DEC PDP-11系统), 里面包含了一箱电缆。结果却发现这个箱子是6英尺见方4英尺高。有些东西上还标着“自备起重机”。还有就是政府不提供运货服务, 买的时候注意货别在关岛。这些货品中大部分都在军事基地, 因此记得带着证件, 而且可能车辆也会被搜查。

虽然处理起来可能比较麻烦, Government Liquidation仍是一个特别好的资源。这是一个让你思考“我拿300双雪地鞋, 一个古尔德的温度阵列记录仪以及一个1970年的AM通用公司运货车能干些什么”的地方。

——汤姆·奥沃德

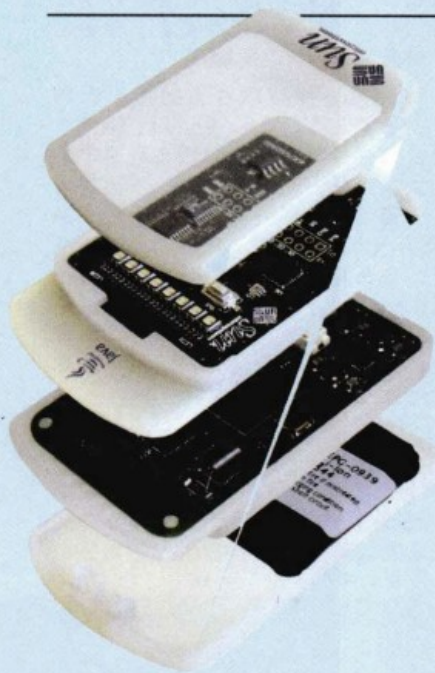


9V USB充电器套装

价格：9美元

aarondunlap.com/blog/1130885615

阿伦·邓拉普为想自己做9 V USB充电器套装的人们做了一个很棒的小东西。而且你猜对了，都装在一个薄荷糖盒子里。做这个充电器其实很简单，不过阿伦把所有的东西都装成了一个套件，这样你不是铁杆制客也没有问题了。

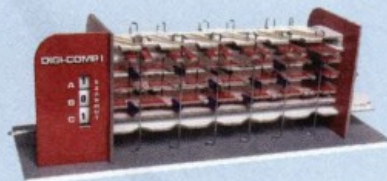


Sun Spot 套装

价格：499美元

sunspotworld.com

这是一个Sun研究实验室还在开发中的基于Java的无线传感器开发套件。科技含量相当高但是看起来很好玩。这个套装预计将于2006年5月上市，不过现在Sun SPOT论坛就已经开通了。



自己做Digi-Comp

价格：55美元

mindsontoy.com

提姆·沃克非常怀念20世纪60年代的经典Digi-Comp机械式三位计算机，于是他自己做了一个。现在又将其做成了一套。

木钟套件

wooden-gear-clocks.com 以及
krazydad.com/blog/2006/01/24

有位读者来信为套件制作者推荐了一些木钟网站。他首先就推荐了Ascent，那里木材已经切割好，可以立刻上手搭建了（如果想自己上锯子从头开始的话，里面也有操作指南）。完成的产品极其漂亮。

食虫草套装

价格：25美元

scientificsonline.com

Edmund Scientific上的Audrey II肉食植物正在打折。这种套装能够造出一个“货真价实”的烂泥塘，并将特别设计的昆虫盒子里的种子培养成食虫草！



儿童艺术电子套装

价格：250美元

playfulinvention.com

我在旧金山的探索博物馆看到这些小计算机的早期展示，很让人惊叹。其中的PicoCricket套装使用光、声、音乐与运动将艺术与机器人技术合二为一。



《《 切割砂轮：要是改装者的工具箱没有旋转切割器的话，就不能说已经满了。而没有玻璃钢加固的切割砂轮的话，旋转切割器也是不完整的。这些仿生学设计的轮子与通常工具箱里的那些轮子可不一样，袋子里有了它们，你就可以切割铝材和不锈钢而不只是塑料和木材了。刚把螺杆滑槽压坏了？没有问题，自己切一个出来吧。



《《 数字卡尺：不管是在量开口的宽度还是钉子的直径或是孔洞的深度，卡尺都比直尺要有用得更多。说的不错，数字卡尺还要用电池，不过它易用，精准，能节省很多的麻烦，深夜奋力长时间干活的时候这一点就更重要了。



《《 强力布面防水胶带Gaffer胶带：把大力胶踢开吧——gaffer胶带和先进的大力胶一样好用，看起来舒服一点而且拆除的时候也不会有黏糊糊的东西留下来。当你把一些新东西装到重要的物体比如铜器或者别人的地毯上的时候，这一点尤其重要。Gaffer胶带扯断很容易，但是黏起来很牢。不错吧？就是有点贵，一卷要20美元。



《《 喷漆罐触发手柄：无须再让食指疲劳了！有了喷漆罐触发手柄，就不再需要一直按着喷漆罐的塑料钮了，它能让最便宜的漆罐变成易用的喷枪。现在你做的东西就能进行专业填装或喷涂了。这个手柄价格只有3美元，实在是油漆棚或者工具箱里的必备之物啊。

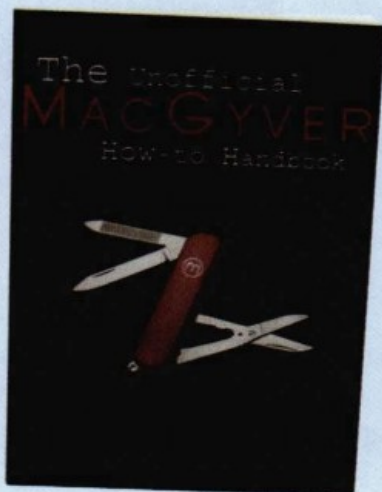


McMaster-Carr目录：在目录中（其实是一本黄的，一本绿《《 的），McMaster-Carr要好过任何其他工业供应公司。他们什么东西都有，送货也非常快捷，一两天就能到货了。没有什么比他们的井井有条而图文并茂的目录更能让人产生点子的了。拿不到实体书？他们的网站也一样精彩：mcmaster.com。



安全眼镜：实际上，综合而言安全眼镜是最爱。我们最爱护的是我们的眼睛，无论我们曾经做的是什，我们的眼睛都是无可《《 估量的重要，而且由于眼睛几乎无法替换，我们必须保护好现有的那双。

当没有因别人敦促完成博士学位（都是斯坦福大学的机械工程）而分神的时候，这些痴迷于设计的制作爱好者都在倾注心血出版Ambidextrous杂志。这本杂志每季发行一期，专注于设计的作者、过程以及产品本身。点击ambidextrousmag.org查看并订阅。



MacGyver工具书

非正式的MacGyver“如何制作”工具书：第二版修改版

作者：布雷·特里尔、格雷格·迪亚克

价格：20美元，泛美国际出版社出版

MacGyver的东西看起来总是那种“孩子，不要在家玩这个”的形象，不过这本书出来就不一样了。书里包括了完成了的所有花样的完整列表，同时还手把手教你如何完成其中的一大部分。花上相当合理的20美元，周末就不怕没有东西做了（尽管用曲别针拆导弹对我们大多数人来说有点困难了）。每个MacGyver项目都包括了一个完整的材料列表和工作原理的近似科学解释，其中不少可以作为不错的中学自然可补充材料。

——马修·罗素

你自己的设计

DIY：属于你自己的设计

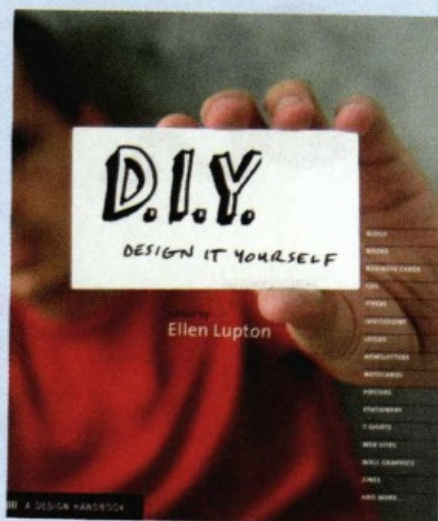
编者：埃伦勒·普顿

价格：20美元，普林斯顿建筑出版社出版

这本服务大众的优秀设计集终于完成了。这本书设计精美（毫无疑问），由MICA图形设计的学生与教员这些优雅艺术的坏孩子们协力完成。在“源于生活”并服务大众这一前提下。这些作者从基本设计原则开始，以对话的写作风格完成了这本书。

书中项目的想法无所不包，从博客、书籍、商标（自己做出来与公司做斗争）以及名片（甚至是巧克力布朗尼卡片）到刺绣、传单、家居、标志与T恤衫。里面还有一大部分与孩子以及设计相关，并强调如何将设计用在保护孩子对抗这个公司支持的世界。每一页都是一份创新这个世界以及我们自己的邀请函。

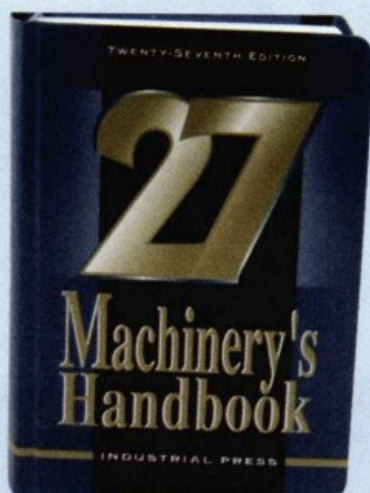
——戈利·穆罕默迪



教你如何自己做

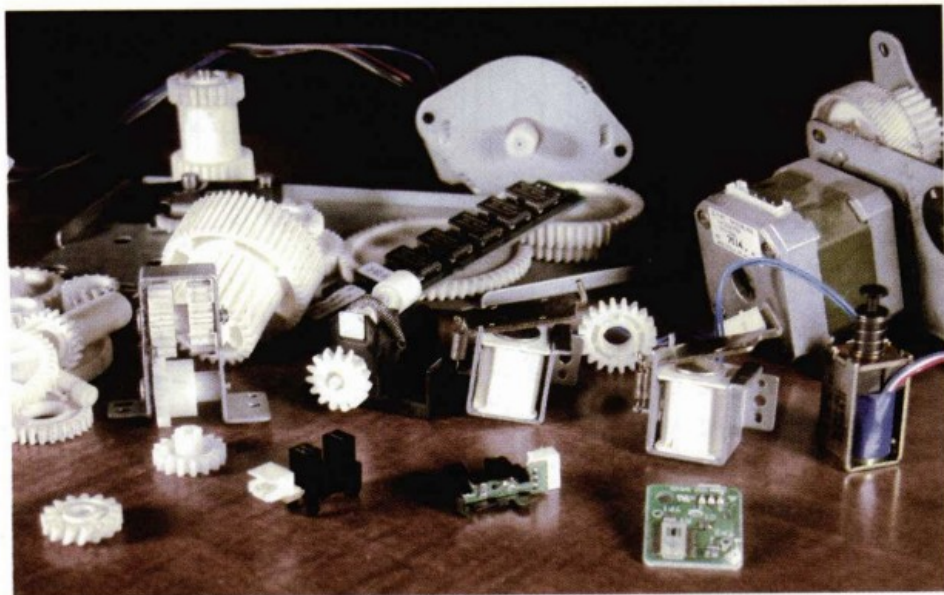
机械设计手册，第27版

价格：53美元，工业出版社出版



机械设计手册是制客与硬件改装者的终极参考工具。过去的几周中，我用这本书查找如何给铜装饰做铜锈，计算建造长跨度桌子需要的钢材厚度，以及我孙子辈们做沙坑需要多少吨的沙子。从A（ABEC轴承）到Z（压铸锌合金），70页的索引本身就能让一个人很长时间有东西做了。这本书与制作的文化如此契合，每个机器的工具箱都应该放一本。

——特拉维斯J.I.科科伦



激光打印机和复印机里面全是特别有意思的机械件，包括myriad齿轮和多种多样的传感器以及机电部件。

我的激光打字机12、640 PS寿终正寝之后，我就多出了一抽屉的有用有趣的部件。

旧计算机抢手程度大不一样

有一些系统还是很抢手的。不会有哪一台Altair 8800或是DEC PDP-8会进垃圾箱的，但是那些普通的计算机特别是曾在学校里面广泛使用的型号，基本上都是要往垃圾堆里送的。那些割舍不下的苹果IIe经典机型、PC克隆还有打印机怎么办呢？

我现在过手的东西不管是什么，扔垃圾箱之前都会拆开。破旧的老计算机里面肯定还是有些不错的部件的。20世纪80年代的任何电路板都应该会有TTL或是CMOS的芯片，要是足够幸运的话，这些芯片还是插座的，1秒钟就能取下来。

很多板子也会用EPROM，我们看一眼芯片上的标签就知道是不是EPROM。去掉标签，给电路照上紫外线，这个EPROM就和新的一样了。从以物易物市场或者eBay上找一个EPROM编程器，你就可以对它重新编程了。

机械设备更容易有好东西，通常一个扫描仪里面会有一个步进电机和一把的belt和齿轮，还有一个长条的用于导向扫描仪头的稳定杆。我上周拆开的一个里面的一个板子上还有个不错的变压器和EPROM。不变的是他们都会有个荧光灯或者xenon光灯，没有别的话还可以拿去做bench lamp。我没有做过这个，不过能指着家里的东西说：“那个灯原来是我的扫描仪，

那个床头柜原来是我的服务器，那个相框原来是我的旧PowerBook。”还是很有趣的。

硬盘很容易坏，导致我遇到过很多坏硬盘但是还没有拆过一个好硬盘，坏硬盘里面通常有两个磁力很强的磁体。我以前有一次给我的车装了一个磁性的CB天线，却发现黏不到车厢盖上去，后来我用了4个从硬盘里拆出来的磁铁装在盖子里面，这样即使开到80英里每小时以上这个天线还是固定得好好的。

5.25英寸的软驱里面基本上都有一个调节磁头的步进电机和旋转磁盘的直流电机。拆完一堆的老计算机后，你就有足够的电机来做自己的东西了。软驱通常也会有两个稳定杆，和扫描仪的类似不过略小。我还没有想出来怎么用这个稳定杆，不过我已经收了一抽屉了。3.5英寸的软驱很可能有没用的部件（特别是新型的软驱），不过里面的电机要小很多，这些电机会有用。

系统越来越小的同时，想找到不错的部件就越来越难了，不过也不是不可能。我的无线路由器玩完的时候，我拆出来一堆LED灯、两个晶振、一个802.11b的卡以及两个内部连线完好的天线。

汤姆·奥沃德 (owad@applefritter.com) 是美国宾夕法尼亚州约克学院的苹果机顾问，他也是applefritter.com的编辑。他还是2005年出版的《Apple I 复制机制作》的作者。

回顾全民工程的辉煌年代

做一个不善忍受的假内行真是可怕

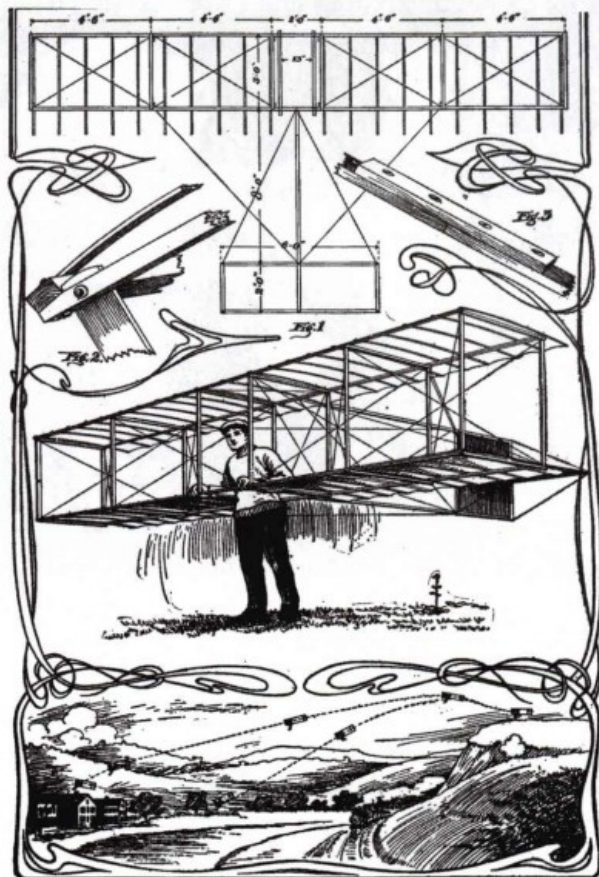
做不完的工作让人心碎，钱包空了然后满心后悔，更可怕的是这些还常常同时发生。在假内行的世界里，最纯粹的恐怕就是对书的假内行了。当然你也可以把钱花在Tiffany的台灯或者纽约学院的艺术品上，但这些都比不上对书的忠实与狂热。而如果要从这部分假内行中选出一些更加疯狂的，可以考虑将醉酒的时候在eBay上买完美藏书作为筛选条件。后悔药还没有被发明出来，我自己买书失望多多，曾有无穷的可能与希望都化为绝望。

由于酒醉的时候上eBay，我买下了初版的4卷本1913~1925年印刷的《爱好机械的男孩》。当然我花了很多钱而且对书的老旧程度大感失望，破碎的封面下面还有松垮裂口的书页，不过我对内容还是很满意的。

书里的项目从完全的徒步设备，如“如何编织鞋带表链”到很夸张而雄心壮志的图上的小伙子驾着自制滑翔机从悬崖上飞下来，越过火车只是为了在家乡着落。我想这个小伙子会给学校里的女孩子们留下深刻的印象。

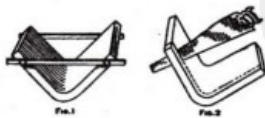
这些就是普通人都搞工程的辉煌年代。怀特兄弟再早几年的时候刚试飞过他们的飞机，福特的T型车正在改变世界，工作间里还在酝酿着无数的机遇。一些极端复杂的项目如“自制蒸汽涡轮”很有娱乐性，但是他们还能比44个客厅把戏比如“如何从手提包中拿掉36个炮弹”更加有趣吗？为什么“制作滑雪板和雪橇”里的拿自制滑雪板和梯子做出来的雪橇看起来和今天的版本一样肯定会毁掉我们的门牙呢？

幸运的是，第1卷可以从Gutenberg工程中免费得到，你可以不用像我那样被这个又贵品相又不好的书懊悔死。如果你对PDF的书没有意见，而不需要一个1913年的又老又黄支离破碎的书卷的话，你就可以遭受书籍清高分子的可怕下场了。



空中的男孩

20世纪早期出版的《爱好机械的男孩》提供了制作诸如无线装备、船只、野营设备、空中滑翔机、风筝、自推动车辆、引擎、电机、电子设备、照相机以及数以百计的能让每个男孩子高兴起来的东西。



用一片“上年份的胡桃木”做飞镖。注解为“任何一个木工都能做出大量的便宜飞镖。”

米斯特·杰洛皮将没有拆碎的东西拆碎，将修不了的东西修好，这样来探索机械世界。参见 Hootyriders.com。

图片选自《爱好机械的男孩》（1913年版）



家酿 我的爱因斯坦扩音器

泰勒·鲁尔克

二战后，纽约的普林斯顿高等研究院（IAS）汇集了很多世界顶级的物理学家和数学家。1949年，一个研究小组正在建造世界第一个数字式计算机，成员中有一个名叫杰克·罗森堡的年轻工程师。罗森堡有着电子学背景，一双灵敏的耳朵，喜好古典音乐。他家中自制的高保真音响比起市面上卖的要好太多。没多久，他的这套装置就在IAS里传开了。

厄文·帕诺夫斯基是个艺术史家，同时也是阿尔伯特·爱因斯坦的亲密友人。听说了罗森堡那套令人赞叹的音响后，厄文问他能不能制作一套作为IAS所有人送给爱因斯坦的70岁生日礼物。罗森堡一口答应。3月14日，他和J.罗伯特奥本海默亲自将这套餐响送到了爱因斯坦家中。

2006年夏天，我曾和乔治·戴森有过交谈。乔治在IAS度过了他的青年时代。他告诉我最近他就罗森堡高保真音响采访了他，并且给了我一份爱因斯坦那套餐响里的扩音器部分的手绘示意图原稿，鼓励我试着重现它。我立刻开始想着怎么才能把这放大器捣鼓出来。

我首先买了个跟零件清单里列出的大小差不多的底盘。虽然没能搞到原来那种变压器，我找到很合适的替代品，并把它们固定在了底盘上。然后我安排出管子位置，试着按功能把所有的部件（开关、控制杆、示意灯等）摆好，这样无论何时高压都能尽可能地与信号通路隔开。我打印了图纸，在底盘上标出所有孔洞的位置并钻空，装硬件，并且开始布局放大器的内部组件。电阻和电容被尽可能地直接连到管插座、开关和操纵杆上。剩下的组件，被焊在接线端子板上。根据示意图，这些接线端子板是连接着的。在华盛顿州贝灵汉CDI Signs的朋友给我做了个漂亮的面板。

我的版本看上去和原版不太相像，因为很多原件现在已经买不到，我只能用别的替代。不过我很有信心，它和原来爱因斯坦的那个放大器听起来绝对接近，是个带劲的东西。

泰勒·鲁尔克是一位电子和美食爱好者。

照片：泰勒·鲁尔克（感谢杰克·罗森堡）

正在寻找数字世界的黎明？去地下室看看吧，就在厕所旁边。

60年前，1946年的夏天，纽约普林斯顿高等研究院来了几个电子工程师，想要一个地下室安装一个机器。他们运气不怎么样。“我们的地下室只剩男厕所旁边的空地儿能用了，要是你们肯用，我们绝对欢迎。”这个电子计算机项目的负责人约翰·冯·诺依曼被这样告知。尽管触了霉头，这些工程师还是搬进去了。到了4月，项目的会计记下了第一笔花费：电费4美元。

高等研究院1930年创立时是作为数学、物理和艺术方面学者的庇护所存在的，没有任何实验设备。1939年，研究院的创立者亚伯拉罕·弗莱克斯纳就曾建议道：“还有什么比给智者以闲适，让他们从容思考更明智的事情吗？”他的话里没有一个字提到工作台或是工具。

约翰·冯·诺依曼是个纯数学家，他的好几个同事也一样，二战时为理论的技术应用所吸引并且研究它。他喜欢干这个，根本不想换别的工作。自从在洛斯·阿拉莫斯参与核武器计划时接触到数字计算机的强大力量后，冯·诺依曼等不及要开发下一代计算机。他充分认识到1936年阿兰·图灵关于通用计算机的论断的意义。“我们就是要造图灵说的那种计算机。”冯·诺依曼这么告诉他那些刚刚到达的工程师们。后来，高等研究院图书馆里图灵论文的存本被翻得装订都脱开了。

也有别的一些小组从事相似的项目，但是对于冯·诺依曼而言，不够快也不够大胆。阿瑟·伯克斯这么解释道“如果冯·诺依曼想要个计算机，要干的事情就是造一个”。

伯克斯和赫尔曼·H·哥斯廷被安排在流体大厅二楼一间属于逻辑学专家库尔特·哥德尔的一间小办公室里，直接听从冯·诺依曼的领导。两人立刻着手勾画计算机的逻辑结构。赫尔曼是名从宾夕法尼亚莫尔电机学院的ENIAC项目转过来的陆军上校。

在电子计算机项目的第一次会议记录上这么写道：“系统的核心是个中央仪表，负担巨量的

工作。”工程师们又补充：“电路将做成模块，因为这样大规模生产最有利。”冯·诺依曼解释道：“文字编码在储存器里的处理方式和数字一样。”这么做打破了“表意”的数字和“处理事情”的数字间差别，保证了后来各种困境的解决。

冯·诺依曼不是把几个数理逻辑学家加到实验室的工程师里头，而是把少少的工程师带入了一处由数学家们主导的地方。虽然在研究院里，他们要从建造自己的工作台干起，并要尽最大的努力搜寻战争用不到的部件，周围没有人会说：“冯·诺依曼博士，这本书很有意思，但是我们是这样造计算机的……”

首席工程师朱利安·比奇洛是诺伯特·维纳的前同事，1943年论文《行为、目的和目的论》的合作作者。这篇论文蕴含了控制论的发端。朱利安的工作是把伯克斯、哥斯廷和冯·诺依曼提出的简明的逻辑设计用机器实现。

现在我们数字世界的每一位比特，都可以追溯到1951年夏天那些闪烁着启动的第一批二进制数字。

“朱利安可能是那个有想法的人，拉尔夫·斯卢茨则是那个将想法细化的人，然后詹姆斯·波默林和我努力让电实现这些想法。”最初的工程师之一，威利斯·威尔这么解释道。“朱利安是这部机器的建筑师。”比奇洛的团队很快大得流体大厅地下室的空间满足不了了，他们被迫搬进研究院600英亩大的树林边缘一栋匆匆建造起的建筑。

在高等研究院，找一个量子力学的专家要比找一个能保养自己车的人容易。Bigelow是个例外。他是研究院里唯一一个定期亲手拆除引擎

掀起一场变革：高等研究院电子计算机计划参加者合影，摄于1952年。约翰·冯·诺依曼决定要造一台现代的、存储程序的、高速的电子数字式计算机后，其他人就得设计、建造这台机器，编写代码使之运行。总共有多少人参与进来，无法完全确定。他们中的一部分人的身影被这张照片保留了下来。

整台计算机都是在项目粗糙的工作间造出来的，所有代码靠手接通，并且当然是一比特一比特地确认位置的。完成好的计算机由总共3474个真空管组成，内存40960bit/s，存在40只阴极射线管——“威廉姆斯管”表面的 32×32 排列的显像点里。它于1951年投入服务，并在全球范围内被复制。



的永久成员。他像个真正的工程师那样构建起了这种新计算机。新机器（第一次拥有了速度达到兆周级的真正的、完全的随机存取存储器）的创新在于主底盘两边各20个总共40个的“威廉姆斯管”。这样这台计算机不仅外形像，功能上也像一台配备着CAM（中央地址储存器）和电子管的巨大的V-40引擎。

现在我们数字世界的每一比特，都可以追溯到1951年夏天那些闪烁着启动的第一批40960个二进制数字。这些数字存储于 $32 \times 32 \times 40$ 个位于精细改造过的阴极射线管表面的点阵。

第一次计算的是由包括海德·塞尔伯格和克拉里奇·冯·诺依曼在内的团队编写的一个洛斯·阿拉莫斯的高热原子核反应问题。计算机整整运行了

6周，并且得到了氢弹可以成功的结果。对于试运行而言这结果很不错。

宇宙学家们可能永远都不会知道大爆炸前有些什么，但是在数字世界出现之前，我们知道是朱利安·比奇洛、詹姆斯·波默林、赫尔曼·哥斯廷、拉尔夫·卢茨、杰克·森堡、威利斯·威尔和他们为数不多的助手们靠着自己的双手，将属于莱布尼茨、巴贝奇、图灵、阿塔纳斯奥夫、楚泽、冯·诺依曼和许多其他人的梦想变成了现实。

乔治·戴森，爱斯基摩划子设计人和技术史学家，住在华盛顿州贝灵汉，《Baidarka》、《猎户座计划》、《机器中的达尔文》的作者。

附录 常用计量单位的转换

长度

1英寸 (in) = 2.54厘米 (cm)
1码 (yd) = 3英尺 (ft) = 36英寸
1英里 (mile) = 5280英尺 (ft) = 1.609千米 (km)
1海里 (n mile) = 1.1516英里 (mile)
= 1.852千米 (km)

面积

1平方公里 (km²) = 100公顷 (ha) = 247.1英亩 (acre) = 0.386平方英里 (mile²)
1平方米 (m²) = 10.764平方英尺 (ft²)
1平方英寸 (in²) = 6.452平方厘米 (cm²)
1公顷 (ha) = 10000平方米 (m²)
= 2.471英亩 (acre)
1英亩 (acre) = 0.4047公顷 (ha) = 4.047 × 10⁻³平方公里 (km²) = 4047平方米 (m²)

体积

1美品脱 (pt) = 0.473升 (l)
1美夸脱 (qt) = 0.946升 (l)
1美加仑 (gal) = 3.785升 (l)
1桶 (bbl) = 0.159立方米 (m³) = 42美加仑 (gal)
1英亩·英尺 = 1234立方米 (m³)
1立方英寸 (in³) = 16.3871立方厘米 (cm³)
1英加仑 (gal) = 4.546升 (l)
1立方英尺 (ft³) = 0.0283立方米 (m³)
= 28.317升 (liter)
1立方米 (m³) = 1000升 (liter)
= 35.315立方英尺 (ft³)
= 6.29桶 (bbl)

质量

1磅 (lb) = 0.454千克 (kg)
1盎司 (oz) = 28.350克 (g)
1吨 (t) = 1000千克 (kg) = 2205磅 (lb)

力

1牛顿 (N) = 0.225磅力 (lbf) = 0.102千克力 (kgf)
1达因 (dyn) = 10⁻⁵牛顿 (N)

密度

1磅/英尺³ (lb/ft³) = 16.02千克/米³ (kg/m³)
1磅/英加仑 (lb/gal) = 99.776千克/米³ (kg/m³)
1磅/英寸³ (lb/in³) = 27679.9千克/米³ (kg/m³)
1磅/美加仑 (lb/gal) = 119.826千克/米³ (kg/m³)
1磅/(石油)桶 (lb/bbl) = 2.853千克/米³ (kg/m³)

温度

$K = 5/9 (^{\circ}\text{F} + 459.67)$
 $K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$

$n^{\circ}\text{C} = (5/9 \cdot n + 32)^{\circ}\text{F}$
 $n^{\circ}\text{F} = [(n - 32) \times 5/9]^{\circ}\text{C}$
 $1^{\circ}\text{F} = 5/9^{\circ}\text{C}$ (温度差)

压力

压力 1巴 (bar) = 105帕 (Pa)
1毫米汞柱 (mmHg) = 133.322帕 (Pa)
1毫米水柱 (mmH₂O) = 9.80665帕 (Pa)
1工程大气压 = 98.0665千帕 (kPa)
1千帕 (kPa) = 0.145磅力/英寸² (psi)
= 0.0102千克力/厘米² (kgf/cm²)
= 0.0098大气压 (atm)
1物理大气压 (atm) = 101.325千帕 (kPa)
= 14.696磅/英寸² (psi)
= 1.0333巴 (bar)

比容热

1千卡/(千克·°C) [kcal/(kg·°C)]
= 1英热单位/(磅·°F) [Btu/(lb·°F)]
= 4186.8焦耳/(千克·开尔文) [J/(kg·K)]

热功

1卡 (cal) = 4.1868焦耳 (J)
1大卡 = 4186.75焦耳 (J)
1千克力米 (kgf·m) = 9.80665焦耳 (J)
1英热单位 (Btu) = 1055.06焦耳 (J)
1千瓦小时 (kW·h) = 3.6 × 10⁶焦耳 (J)
1英尺磅力 (ft·lbf) = 1.35582焦耳 (J)
1米制马力小时 (hp·h) = 2.64779 × 10⁶焦耳 (J)
1英马力小时 (UKHp·h) = 2.68452 × 10⁶焦耳
1焦耳 = 0.10204千克·米
= 2.778 × 10⁻⁷千瓦·小时
= 3.777 × 10⁻⁷公制马力/小时
= 3.723 × 10⁻⁷英制马力/小时
= 2.389 × 10⁻⁴千卡
= 9.48 × 10⁻⁴英热单位

功率

1英热单位/小时 (Btu/h) = 0.293071瓦 (W)
1千克力·米/秒 (kgf·m/s) = 9.80665瓦 (W)
1卡/秒 (cal/s) = 4.1868瓦 (W)
1米制马力 (hp) = 735.499瓦 (W)

速度

1英里/小时 (mile/h) = 0.44704米/秒 (m/s)
1英尺/秒 (ft/s) = 0.3048米/秒 (m/s)

油气产量

1桶 (bbl) = 0.14吨 (t) (原油, 全球平均)
1吨 (t) = 7.3桶 (bbl) (原油, 全球平均)

O'Reilly Media, Inc.介绍

为了满足读者对网络和软件技术知识的迫切需求，世界著名计算机图书出版机构 O'Reilly Media, Inc.授权人民邮电出版社，翻译出版一批该公司久负盛名的英文经典技术专著。

O'Reilly Media, Inc.是世界上在 Unix、X、Internet 和其他开放系统图书领域具有领导地位的出版公司，同时也是联机出版的先锋。

从最畅销的*The Whole Internet User's Guide & Catalog*（被纽约公共图书馆评为20世纪最重要的50本书之一）到GNN（最早的Internet门户和商业网站），再到WebSite（第一个桌面PC的Web服务器软件），O'Reilly Media, Inc.一直处于Internet发展的最前沿。

许多书店的反馈表明，O'Reilly Media, Inc.是最稳定的计算机图书出版商——每一本书都一版再版。与大多数计算机图书出版商相比，O'Reilly Media, Inc.具有深厚的计算机专业背景，这使得O'Reilly Media, Inc.形成了一个非常不同于其他出版商的出版方针。O'Reilly Media, Inc.所有的编辑人员以前都是程序员，或者是顶尖级的技术专家。O'Reilly Media, Inc.还有许多固定的作者群体——他们本身是相关领域的技术专家、咨询专家，而现在编写著作，O'Reilly Media, Inc.依靠他们及时地推出图书。因为O'Reilly Media, Inc.紧密地与计算机业界联系着，所以O'Reilly Media, Inc.知道市场上真正需要什么图书。



爱上制作²

一切皆可制作

内容提要

《爱上制作2》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目，内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

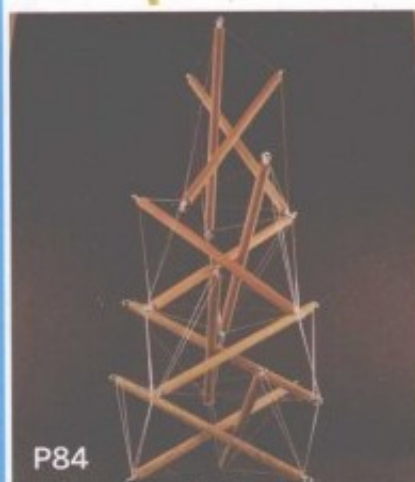
本书语言深入浅出、通俗易懂，采用实物照片、插画和文字相结合的方式，把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣，给读者以启迪，为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读，是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。



P60



P72



P84



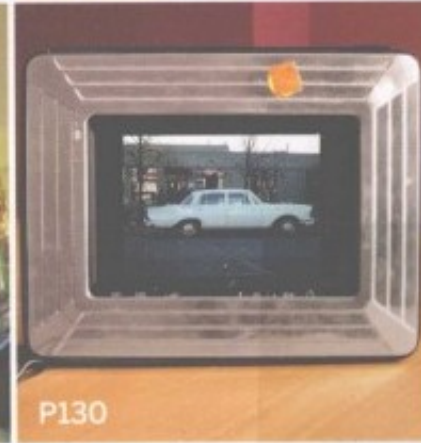
P99



P113



P125



P130

无线电
Radio.com.cn

封面设计：Sarah Hart (英文版)
马冬燕 (中文版)

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版
此简体中文版仅限于中国大陆（不包含中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区）销售发行

This Authorized Edition for sale only in the territory of
People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macao
and Taiwan)

分类建议：电子技术/手工制作/生活娱乐/科学普及
人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

O'REILLY
www.oreilly.com



ISBN 978-7-115-22877-2



9 787115 228772 >

ISBN 978-7-115-22877-2

定价：35.00 元